

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelompokan Bangunan Gedung

Pengelompokan bangunan gedung pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 didasarkan pada jenis peruntukan atau penggunaan bangunan tersebut. Pengelompokan bangunan berfungsi untuk menentukan jenis dan tingkatan sistem proteksi kebakaran pada bangunan. Pengelompokan bangunan gedung adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. *Pengelompokan Bangunan*

Kategori	Kriteria
Kelas 1	Gedung hunian biasa
Kelas 2	Bangunan hunian yang terdiri dari 2 atau lebih unit hunian yang masing-masing terpisah
Kelas 3	Bangunan hunian di luar dari kelas sebelumnya, yang berjangka waktu sementara atau lama
Kelas 4	Bangunan hunian campuran yang berada dalam kelas bangunan 5,6,7,8, atau 9
Kelas 5	Bangunan fungsi kantor yang difungsikan untuk tujuan usaha professional, administrasi, atau usaha komersial, yang tidak tergolong ke dalam bangunan kelas 6,7,8, atau 9
Kelas 6	Bangunan gedung dengan fungsi perdagangan
Kelas 7	Bangunan gedung penyimpanan dan gudang
Kelas 8	Bangunan gedung laboratorium, industri, dan pabrik
Kelas 9	Bangunan umum difungsikan untuk melayani kebutuhan masyarakat seperti fungsi perawatan kesehatan dan pertemuan
Kelas 10	Bangunan gedung atau struktur yang bukan hunian

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.4)

2.2 Api dan Kebakaran

Dalam Pedoman Induk Penanggulangan Darurat Kebakaran dan Bencana Alam yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan, dipaparkan bahwa kebakaran dan bencana alam yang dapat terjadi setiap saat dapat menimbulkan terganggunya kelancaran produktivitas, kerusakan peralatan, lingkungan tempat kerja serta dampak negatif lainnya yang mungkin diderita oleh manusia berupa cedera, cacat bahkan meninggal dunia. Semua ini baik secara langsung maupun tidak langsung akan mengakibatkan kerugian, baik bagi bangunan maupun pengguna. Bahaya kebakaran utama bagi manusia adalah keracunan akibat terhirupnya asap. Sekitar 75 % kematian manusia pada bangunan yang terbakar diakibatkan oleh asap. Sedang sekitar 25 % kematian disebabkan oleh panas yang ditimbulkan oleh api. Asap akan menyebabkan orang sulit melihat dan mengaburkan pertimbangan tindakan yang ingin dilakukan, menghalangi pandangan untuk mencapai jalan keluar, dan penyebaran asap ini meliputi wilayah yang cukup luas dan jauh dari sumber api. Hal ini juga dapat menyebabkan timbulnya kepanikan, terutama bagi orang-orang yang kurang memahami dan mengenal seluk beluk dan tata letak ruang dalam bangunan, sehingga bukan tidak mungkin mengakibatkan kecelakaan yang menimbulkan luka yang serius akibat kepanikan yang timbul karena orang berjejal berlari menuju pintu keluar. (Juwana 2005: 113).

2.4.1 Definisi dan karakteristik api

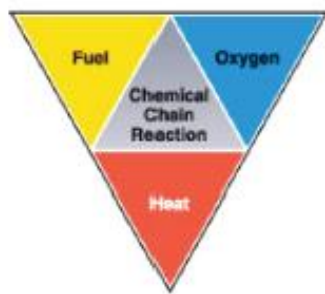
Api terjadi dari reaksi oksidasi (penyatuan zat dengan oksigen) berlangsung secara cepat dari material yang rawan terbakar dengan gas, menghasilkan kalor panas (*heat*), cahaya (*light*), asap, dan gas. Reaksi tersebut dinamakan reaksi pembakaran. Jika salah satu unsur reaksi pembakaran seperti material rawan terbakar (*fuel*), oksigen, atau panas dapat dihilangkan atau dicegah reaksinya maka api tidak akan terbentuk. Ketiga unsur pembakaran disebut segitiga api dengan penjelasan berikut:

1. Bahan yang mudah terbakar, dibedakan menjadi dua jenis yakni cair dan padat. Bahan berbentuk cair dengan suhu yang lebih dingin lebih berbahaya karena dapat terbakar pada suhu kamar. Sedangkan bahan berwujud padat dengan temperatur lebih tinggi tidak mudah terbakar pada suhu kamar. Bahan bakar dapat dikategorikan menjadi,

bahan bakar padat(plastik, kayu, kain, kapas), cair(minyak, bahan cat, spiritus) dan gas(LPG, gas karbit, dan lainnya).

2. Oksigen, menyebabkan reaksi oksidasi dan ketika oksigen menipis pembakaran akan melambat dan akan berhenti
3. Sumber panas, pemanasan terhadap benda yang mudah terbakar

Selain segitiga api, terdapat *fire tetrahedron* yang lebih dikenal sebagai reaksi berantai terjadinya nyala api.

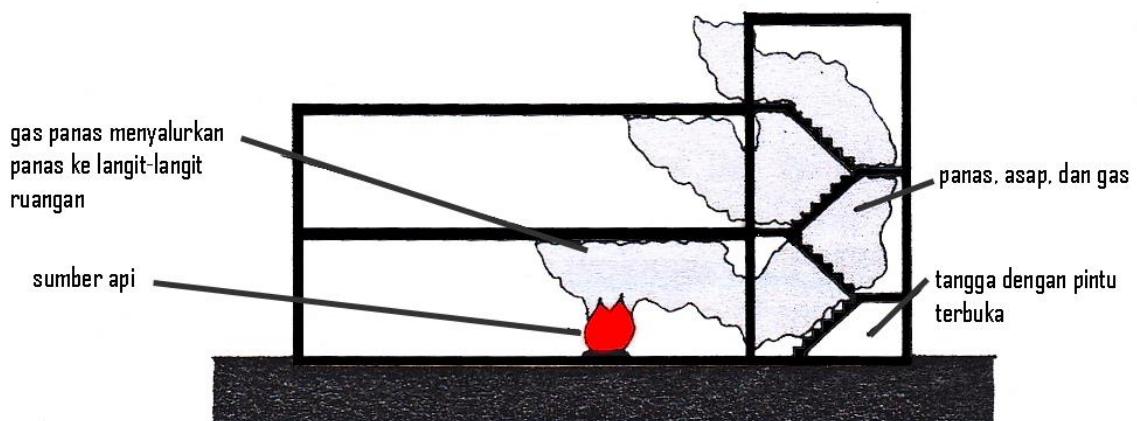


Gambar 2.1 Reaksi Pembakaran
Sumber: internet

Perpindahan api ke seluruh bangunan gedung terjadi melalui tiga proses yakni:

1. Konveksi

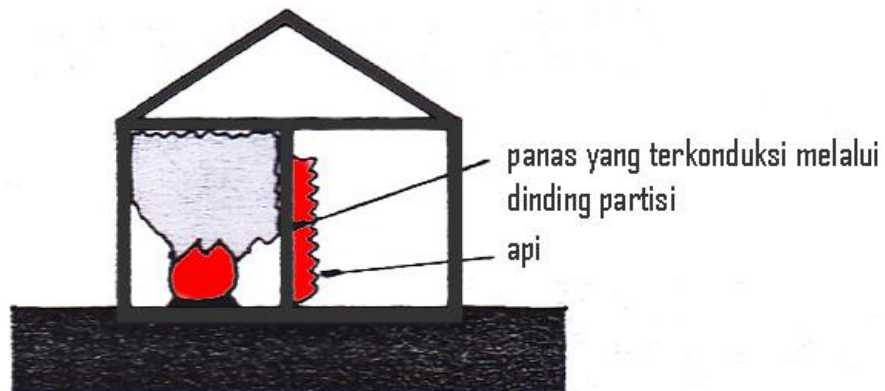
Konveksi adalah proses perpindahan panas yang terjadi karena pergerakan udara. Ketika kebakaran, udara panas meluas dan bergerak menjauhi titik api, kemudian memberi tekanan panas terhadap pintu, saluran udara, koridor, dan lubang bukaan lain pada bangunan



Gambar 2.2 Perpindahan api secara konveksi
Sumber: Egan (1987,p.6)

2. Konduksi

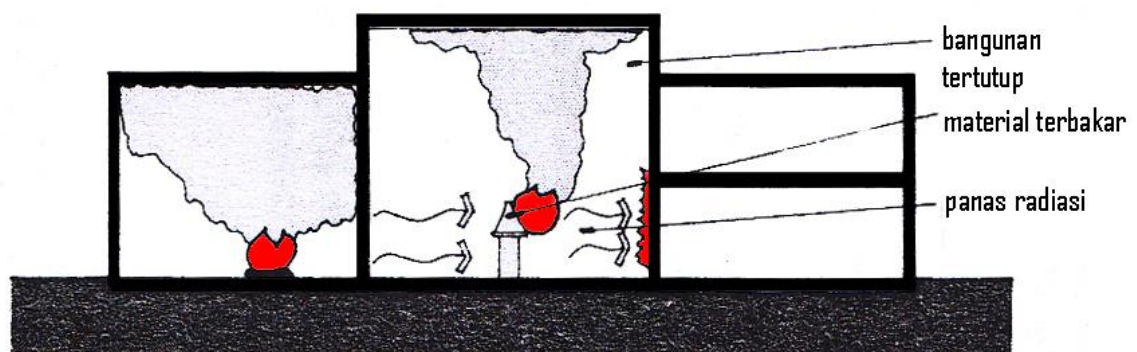
Konduksi merupakan proses perpindahan panas secara langsung melalui benda padat. Ketika kebakaran, kalor panas dapat berpindah melalui balok lantai, saluran udara, kabel, dan berbagai benda padat lainnya yang baik dalam menghantarkan panas.



Gambar 2.3 Perpindahan api secara konduksi
Sumber: Egan (1987,p.6)

3. Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas dengan bantuan gelombang elektromagnetik. Ketika kebakaran berlangsung, permukaan benda yang panas dapat memancarkan panas, dapat memicu api pada material lain pada jarak tertentu.

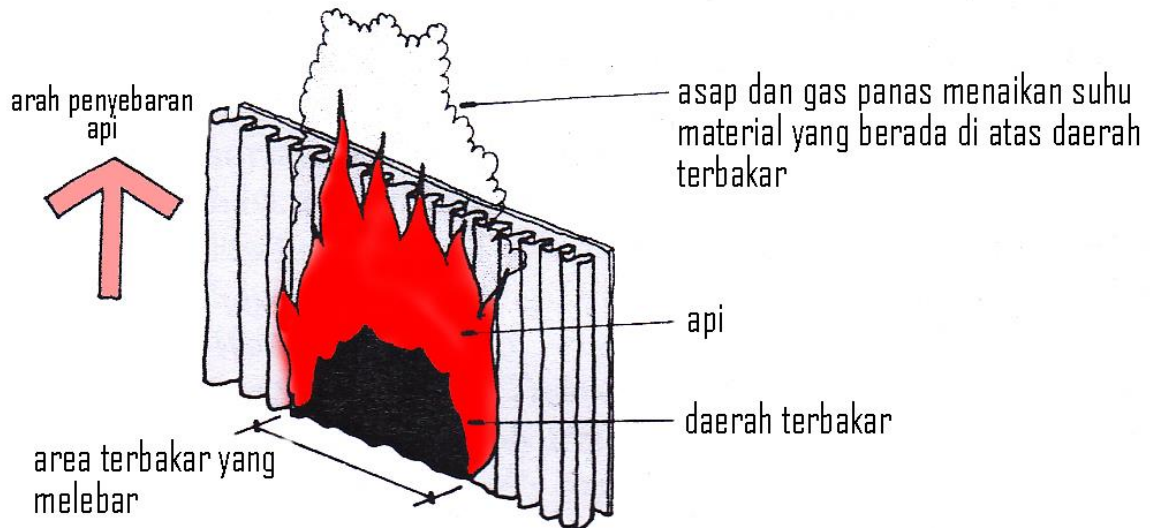


Gambar 2.4 Perpindahan api secara radiasi
Sumber: Egan (1987,p.7)

Kemampuan untuk keluar dari keadaan bangunan yang terbakar tergantung pula pada tingkat penyebaran api dari permukaan material yang digunakan di suatu bangunan. Pada ruangan yang terbakar terdapat, api menyebar secara dua arah antara lain:

1. Penyebaran secara vertikal

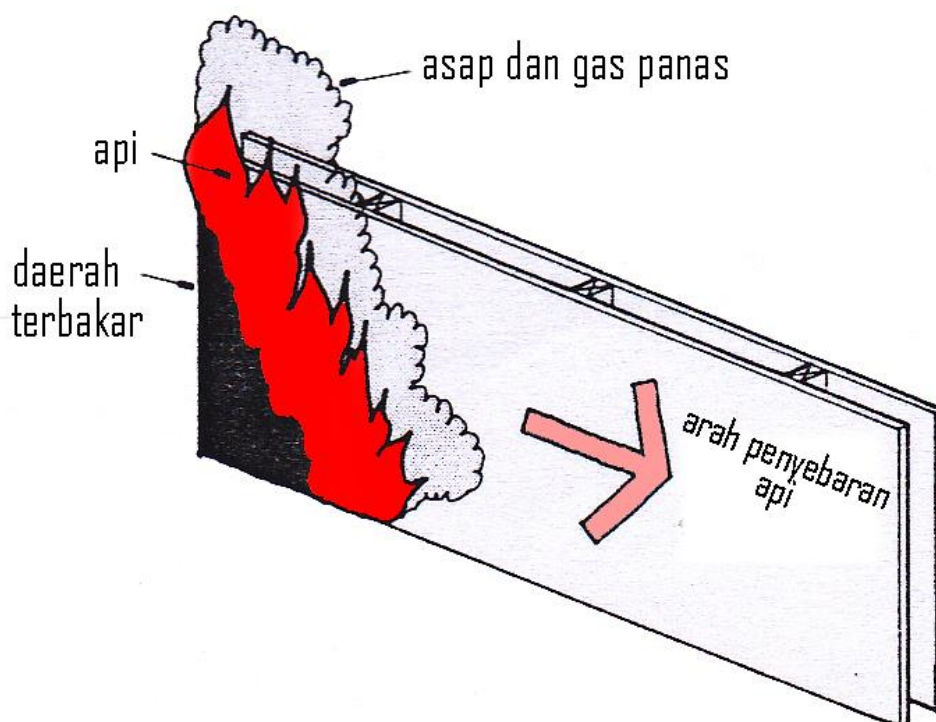
Penyebaran api secara vertikal bergerak ke arah atas. Panas yang dihasilkan secara konveksi dapat memberikan kalor terhadap material yang berada di atas api yang akibatnya dapat mempercepat penyebaran api.



Gambar 2.5 Penyebaran api secara vertikal
Sumber: Egan (1987,p.16)

2. Penyebaran secara horizontal

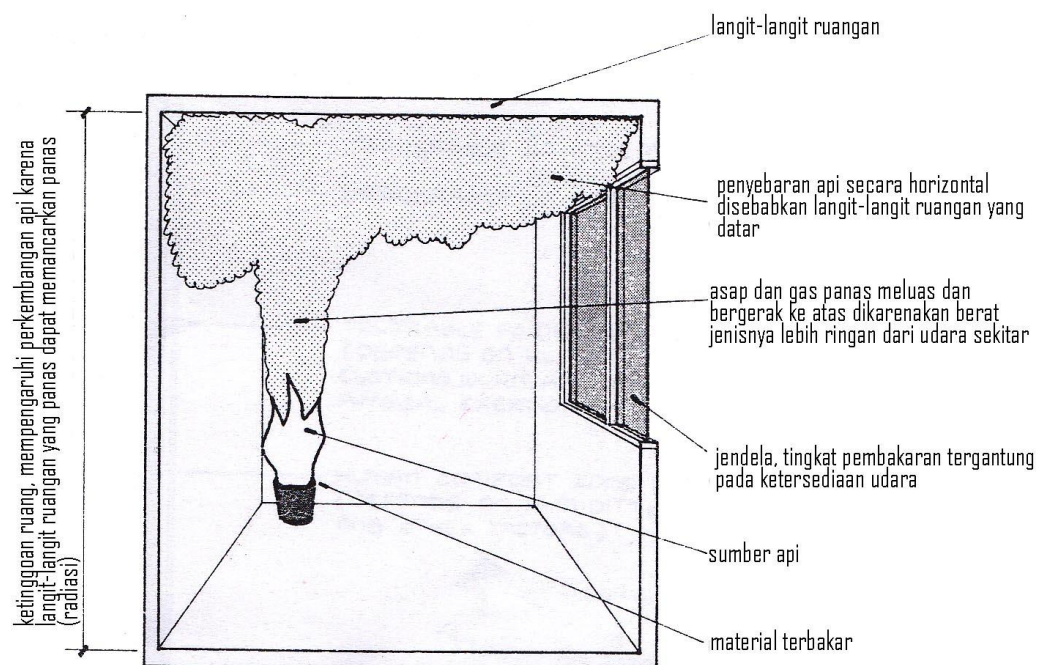
Penyebaran api ke arah horizontal berjalan lebih lambat dibandingkan penyebaran api secara vertikal. Hal tersebut disebabkan panas api yang bergerak menjauh dari material yang belum terbakar, sehingga penyebaran api melalui atap lebih cepat dibandingkan



Gambar 2.6 Penyebaran api secara horizontal
Sumber: Egan (1987,p.16)

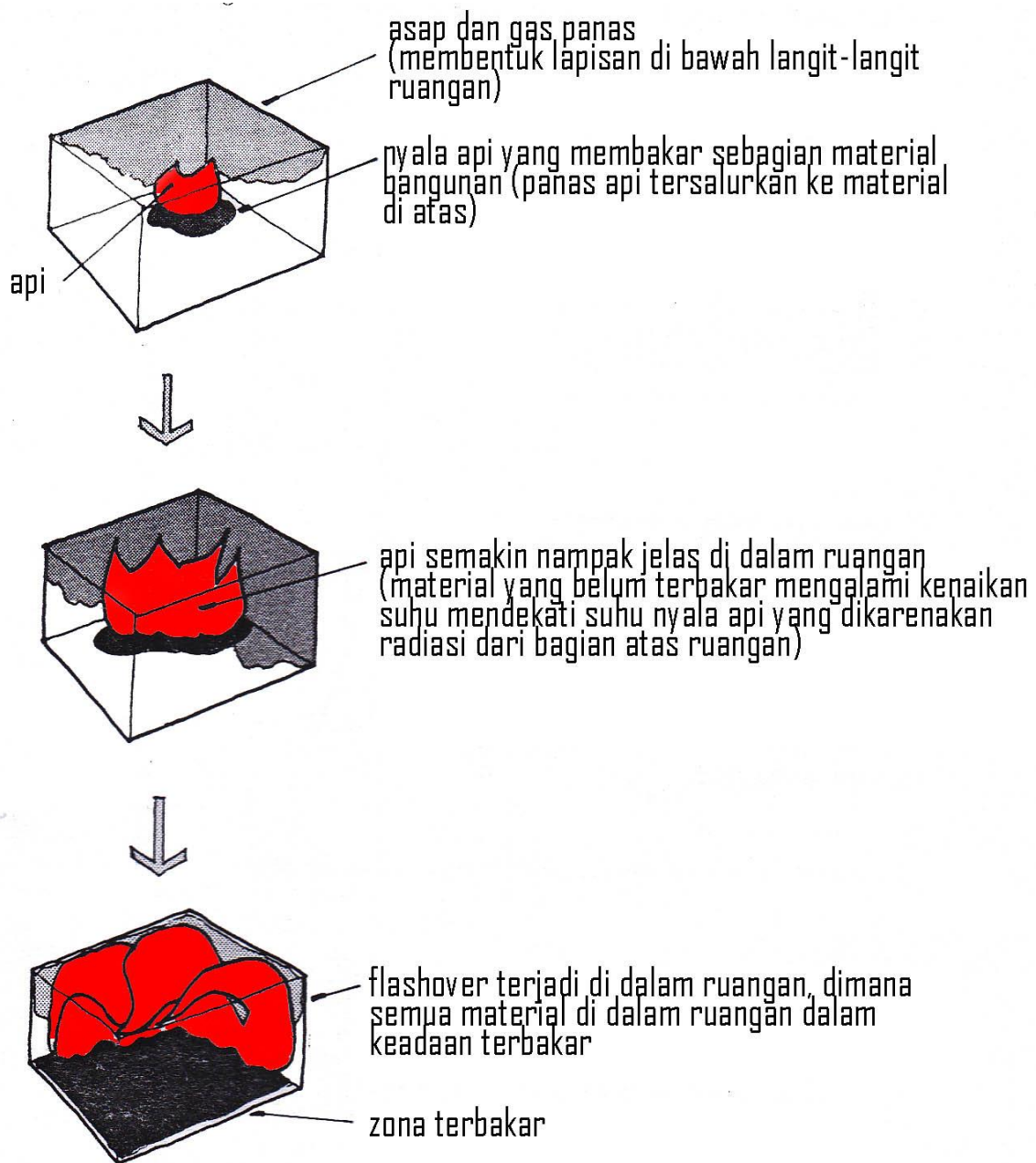
2.4.2 Tahapan dan perilaku kebakaran

Pada kondisi ruang yang terbakar api cenderung bergerak ke atas secara cepat dengan cara konveksi yang kemudian menyebar secara horizontal pada langit-langit ruangan. Dari proses pembakaran tersebut dihasilkan gas, asap, dan panas. Gas panas dalam ruangan yang tertutup akan berkumpul sehingga menyerupai bentukan jamur yang akan terus berkembang dan memenuhi ruangan. Gas panas dalam bentuk tersebut suhunya dapat mencapai 700-1000 °C. Udara panas tersebut secara konveksi akan memberi panas pada dinding dan langit-langit ruangan, kemudian bersama dengan udara panas dalam ruangan akan memberi kalor secara radiasi pada bagian bawah ruangan yang belum terbakar.



Gambar 2.7 Proses kebakaran dalam ruangan
Sumber: Egan (1987,p.3)

Kebakaran terjadi secara bertahap, tahapan terjadinya kebakaran di dalam bangunan dimulai dengan adanya percikan api. Fase tersebut adalah fase pertumbuhan api. Penjalaran api karena konveksi diibaratkan seperti efek domino yang dapat membakar semua bahan secara cepat. Setelah itu terjadi sambaran-sambaran (*flash over*) dan temperature dapat mencapai 700-1000°C. Setelah mencapai puncaknya dan bahan bakar mulai menipis maka api akan menurun intensitasnya dan mengalami fase pelapukan api (*decay*).



Gambar 2.8 Perkembangan Api dalam Ruangan
 Sumber: Egan (1987,p.10)

Sekali menyala, api dapat menyebar ke seluruh ruangan yang ada di dalam suatu bangunan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya
2. Sepanjang koridor atau ruang yang memanjang secara vertikal, seperti void
3. Perpindahan panas melalui permukaan kulit luar bangunan

2.4.3 Efek bahaya kebakaran dalam bangunan

Bahaya kebakaran adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan derajat terkena pancaran api sejak dari awal terjadi kebakaran hingga penjararan api, asap, dan gas yang ditimbulkan. Terdapat dua jenis bahaya yang ditimbulkan yaitu kerugian material dan keselamatan jiwa manusia. Bahaya keselamatan jiwa manusia dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahaya langsung, tersengat panas api dan keracunan asap
2. Bahaya tidak langsung, terluka terjatuh, terserang sakit, dan mengalami shock/gangguan psikologis.

Jika api sudah menyebar di dalam bangunan maka akan dihasilkan dua produk yang terdiri dari:

1. Asap

Asap merupakan penyebab utama terjadinya kematian dalam kebakaran. Bahaya yang paling utama bagi manusia adalah keracunan akibat terhirupnya asap (*non thermal*), asap menyebabkan orang sulit melihat untuk mencapai jalan keluar dan mengaburkan pertimbangan akan tindakan yang ingin dilakukan, penyebaran asap ini meliputi wilayah yang cukup luas dan jauh dari sumber api. Asap adalah istilah yang biasa digunakan untuk produk berupa gas yang dihasilkan dalam pembakaran, di dalam asap ini terkandung zat yang sudah terbakar maupun tidak terbakar. Asap dari proses pembakaran terdiri atas:

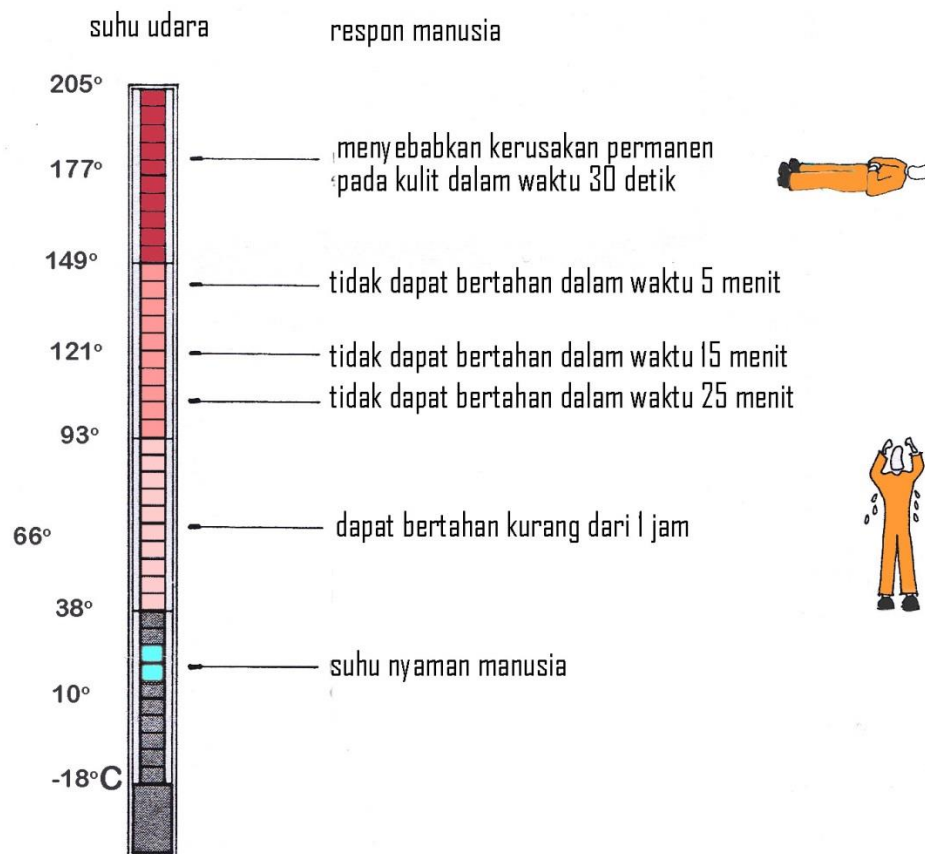
- a. Uap dan gas panas yang berasal dari material yang terbakar
- b. Material yang tidak terbakar dalam proses pembakaran
- c. Sejumlah udara yang tercampur unsur material hasil pembakaran

Asap mengandung zat karbo monoksida yang merupakan produk sampingan proses pembakaran yang tidak sempurna. Peningkatan jumlah asap tidak hanya berpengaruh terhadap kemampuan penglihatan tetapi juga terhadap jumlah racun yang akan terhirup.

2. Panas

Efek lain yang dihasilkan dari bahaya kebakaran adalah panas yang dapat berakibat langsung kepada manusia yang berada di dalam bangunan dan juga terhadap bangunan yang mengalami kebakaran. Panas yang dihasilkan dari kebakaran dapat mengakibatkan kerusakan pada kulit manusia dikarenakan temperatur api yang berkisar dari suhu 45°C sampai dengan $> 72^{\circ}\text{C}$.

Termal/panas juga berpengaruh terhadap material bangunan yang terbakar yang dihasilkan dari tingkat panas yang terjadi di dalam bangunan. tingkat panas yang dihasilkan umumnya berkisar antara $700\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengasilkan tingkat panas berkisar antara 15 menit-3 jam.

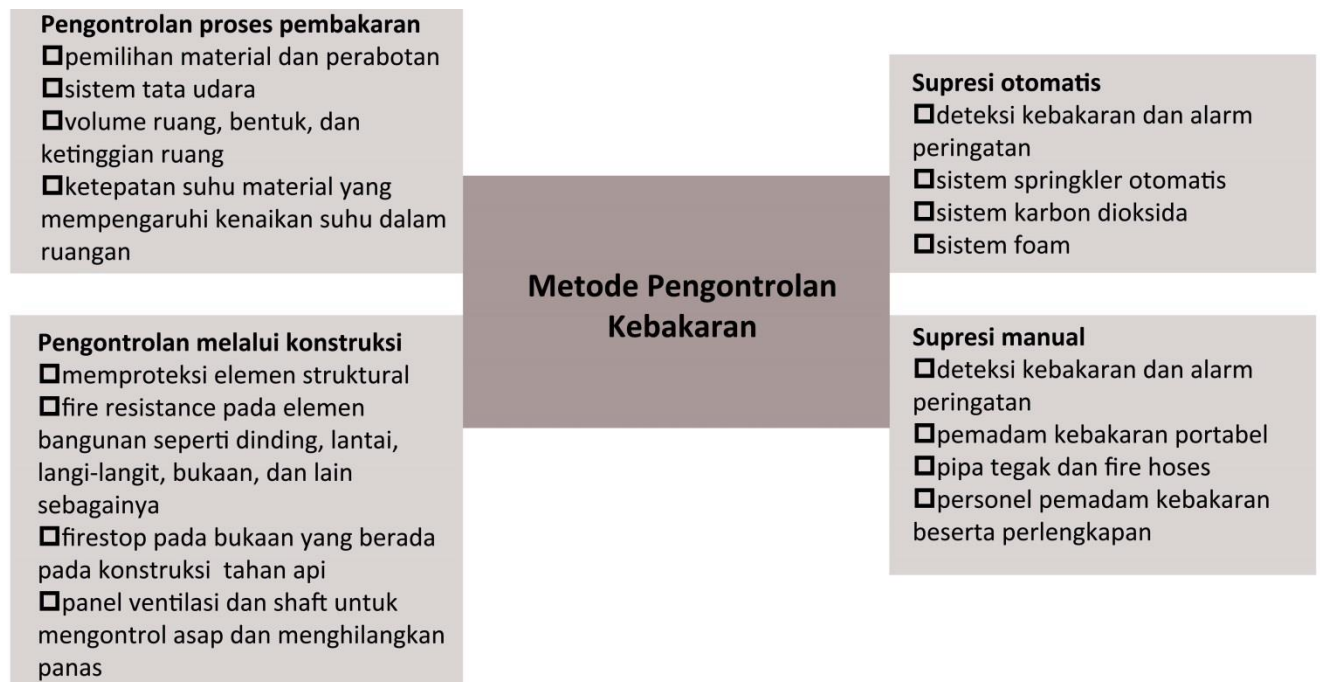


Gambar 2.9 Reaksi manusia terhadap panas
Sumber: Egan (1987,p.5)

2.3 Sistem Proteksi Kebakaran

Untuk melindungi isi bangunan yang terdiri atas manusia dan harta benda dari bahaya kebakaran maka diperlukan adanya suatu perlindungan berupa sistem proteksi kebakaran. Menurut Egan dalam bukunya *Concept Fire Safety in Building* disebutkan 4 cara untuk

mengontrol dan mencegah kebakaran pada bangunan yang dapat dilihat pada bagan berikut.



Gambar 2.10 Cara mengontrol dan mencegah kebakaran pada bangunan
Sumber: Egan (1987,p.36)

Pengertian sistem proteksi menurut Peraturan Menteri PU nomor 26 tahun 2008 adalah sistem yang terdiri dari peralatan dan perlengkapan serta sarana yang penerapannya dapat terpasang atau terbangun pada bangunan dengan tujuan melindungi bangunan dan lingkungannya dari bahaya kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang berada di wilayah Indonesia secara keseluruhan diatur dalam Permen PU nomor 26 tahun 2008. Ruang lingkup standar sistem proteksi yang diatur oleh Permen PU nomor 26 tahun 2008 terbagi menjadi tiga yakni perkotaan, lingkungan bangunan, dan bangunan. Sistem proteksi kebakaran yang tercakup dalam ketiga ruang lingkup tersebut antara lain kelengkapan tapak, sarana penyelamatan, sistem proteksi pasif, dan sistem proteksi aktif.

Sistem proteksi berdasarkan sifat kerjanya dibedakan menjadi 2 yakni sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26 tahun 2008 disebutkan bahwa sistem proteksi pasif adalah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk atau terbangun melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, kompartemenisasi atau pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan

terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan. Proteksi kebakaran yang menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya. Tujuan penerapan dari sistem proteksi pasif pada bangunan melindungi penghuni, menunjang aktifitas PMK ketika kebakaran terjadi, menghindari penyebaran api, dan meminimalisir dampak fisik kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang mampu menciptakan kestabilan pada bangunan ketika kebakaran dapat memberi waktu lebih pada penghuni bangunan untuk keluar dari bangunan dan memberikan waktu untuk PMK melakukan tugas.

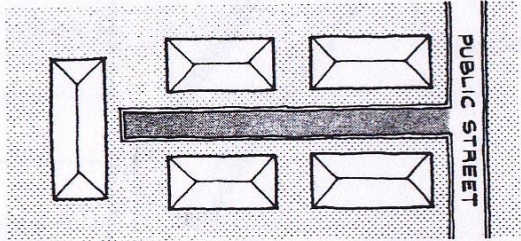
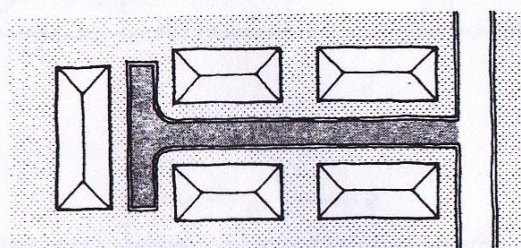
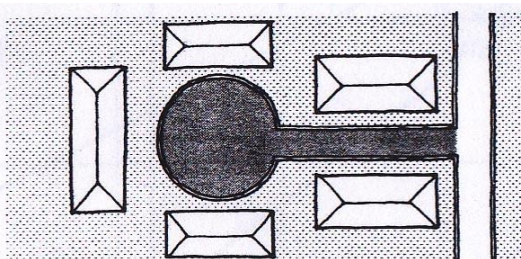
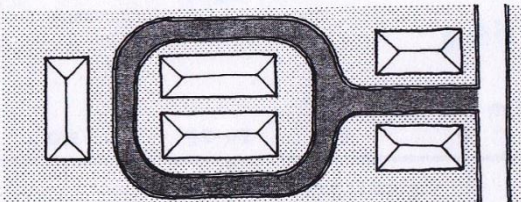
2.4 Sistem proteksi pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak)

Kelengkapan sistem proteksi kebakaran pada tapak diperlukan untuk menghindari dan memperkecil dampak dari bahaya kebakaran. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan lingkungan yang memperhatikan dan menerapkan sistem proteksi kebakaran agar dapat membatasi penjaralan api, mempercepat proses penyelamatan dan pemadaman api.

2.4.1 Jalan lingkungan

Jalan lingkungan yang baik dapat mencegah perluasan kebakaran dan mempermudah proses pemadaman api. Jalan lingkungan diberi perkerasan agar mempermudah kendaraan pemadam untuk menggunakannya. Berikut beberapa contoh layout jalan lingkungan untuk akses kendaraan.

Tabel 2.2. *Layout Jalan Lingkungan*

Layout Jalan Lingkungan	Keterangan
 <p style="text-align: center;"><i>Dead End</i></p>	Memakan waktu bagi kendaraan pemadam untuk melakukan maneuver putar balik
 <p style="text-align: center;"><i>T-Turn</i></p>	Tersedia jalan untuk melakukan maneuver dan berganti arah
 <p style="text-align: center;"><i>Cul-de-Sac</i></p>	Terdapat jalan melingkar untuk berputar balik. Radius minimal untuk jalan melingkar 12 m.
 <p style="text-align: center;"><i>Curved Driveway</i></p>	Layout jalan secara menerus yang memudahkan kendaraan berputar balik.

Sumber: Egan (1987,p.43)

2.4.2 Lapis perkerasan (*hard standing*) dan jalur akses masuk (*access way*)

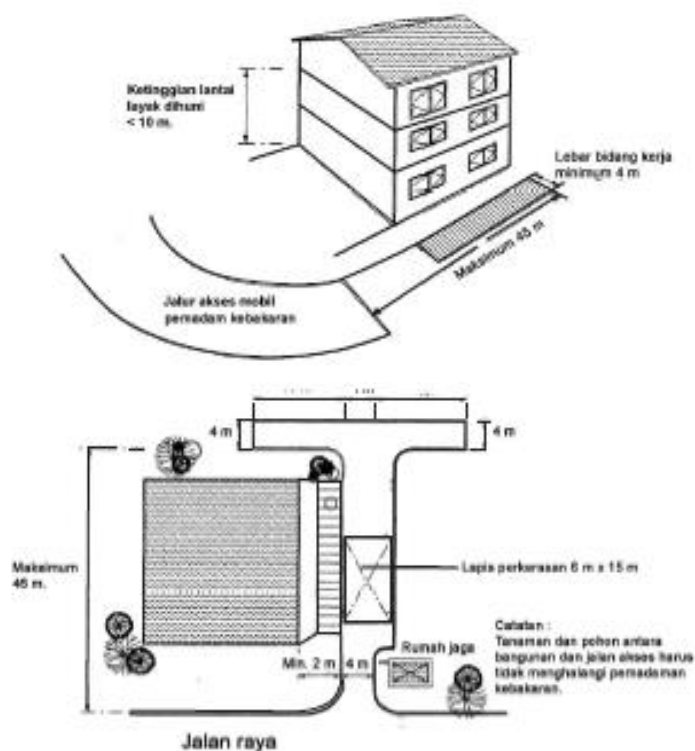
Lapis perkerasan merupakan area kerja dari mobil pemadam kebakaran yang direncanakan sedemikian rupa agar dapat menopang beban dari kendaraan pemadam kebakaran ketika melakukan pemadaman dan penyelamatan.

Pada bangunan gedung hunian dengan ketinggian tidak melebihi 10 meter, maka tidak dipersyaratkan adanya lapis perkerasan namun harus menyediakan area operasional dengan lebar 4 meter sepanjang sisi bangunan gedung tempat akses pemadam kebakaran diletakan

dengan syarat ruangan operasional dapat dicapai dengan jarak 45 meter dari jalur masuk kendaraan pemadam kebakaran.

Sedangkan untuk bangunan di luar tipe bangunan kelas 1,2,3, harus menyediakan lapis perkerasan pada lingkungan bangunan. Lapis perkerasan secara garis besar harus dapat mengakomodasi akses masuk dan manuver kendaraan pemadam kebakaran, snorkel, mobil pompa, mobil tangga, dan platform hidrolik. Berikut spesifikasi dari lapis perkerasan pada lingkungan bangunan:

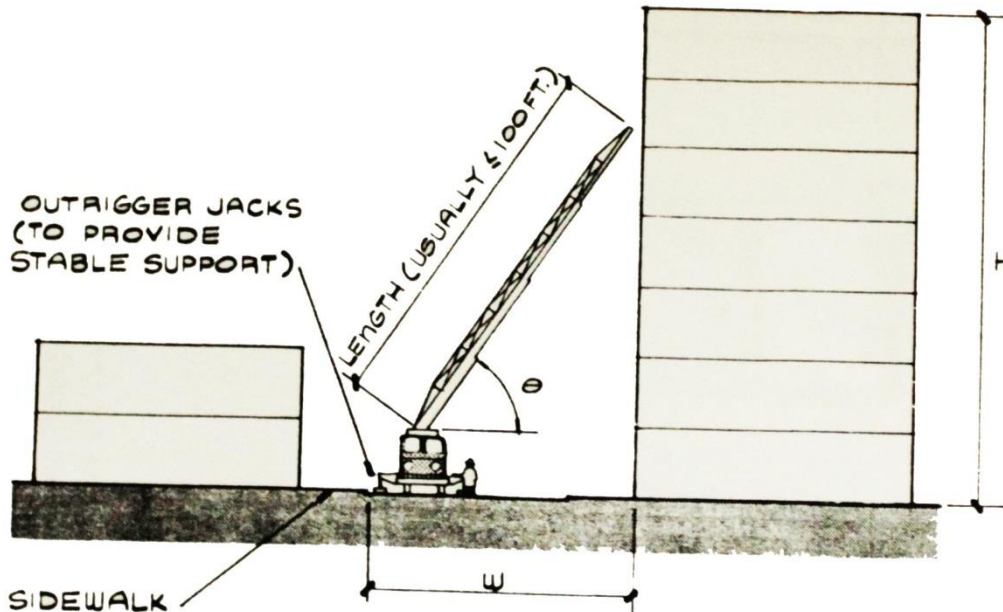
1. Peletakan lapis perkerasan harus dapat langsung mencapai akses petugas pemadam kebakaran ke dalam gedung
2. Dimensi dari lapis perkerasan minimum mempunyai lebar sebesar 6 meter, panjang sebesar 15 meter didukung dengan lebar jalur akses yang dapat digunakan mobil pemadam minimal sebesar 4 meter



Gambar 2.11 Lapis perkerasan pada lingkungan bangunan
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.21)

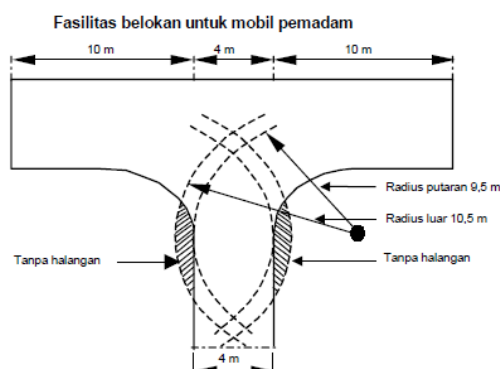
3. Penempatan tepi terdekat lapis perkerasan tidak kurang dari 2 meter atau lebih dari 10 meter dari pusat posisi akses pemadam kebakaran diukur secara horizontal

4. Jarak bangunan ke jalan harus mempertimbangkan kemampuan dari tangga pemadam kebakaran untuk mencapai bangunan. Sudut kemiringan tangga kebakaran yang layak untuk digunakan petugas yakni antara 60° , 70° , 80° .



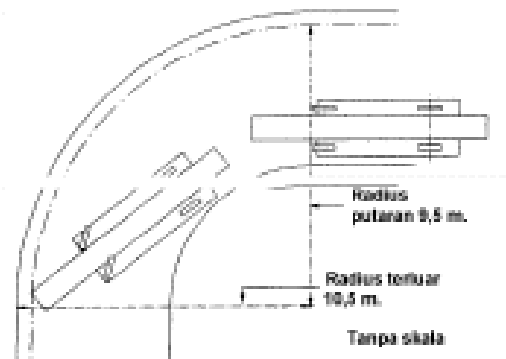
Gambar 2.12 Pencapaian tangga kendaraan pmk ke bangunan
Sumber: Egan (1987,p.45)

5. Lapis perkerasan diperkuat dengan menggunakan metal, paving blok, atau lapisan yang diperkuat lainnya agar dapat menyangga beban dari kendaraan pemadam kebakaran. Untuk ketinggian bangunan lebih dari 24 meter lapis perkerasan dirancang untuk kuat menopang beban statis kendaraan pemadam kebakaran sebesar 44 ton yang memiliki beban plat kaki.
6. Kemiringan lapis perkerasan tidak boleh lebih dari 1:8,3
7. Lapis perkerasan dan jalur akses tidak boleh melebihi 46 meter dan tidak boleh terdapat jalan buntu, karena akan menyulitkan kendaraan pemadam kebakaran melakukan maneuver putar balik.



Gambar 2.13. Fasilitas belokan kendaraan pemadam kebakaran
Sumber: Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p.20)

8. Radius terluar pada belokan akses jalan kendaraan pemadam kebakaran minimal 10,5m



Gambar 2.14. Radius belokan jalur akses
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.23)

9. Tinggi ruang bebas di atas lapis perkerasan minimal 4,5 m agar dapat dilalui kendaraan pemadam kebakaran
10. Lapis perkerasan harus dalam keadaan bebas dari rintangan meliputi bagian dari bangunan, pepohonan, atau halangan lainnya yang menghambat jalur ke akses pemadam kebakaran
11. Pada ke empat sudut lapis perkerasan diberi penanda yang kontras dengan tanah atau penutup tanah
12. Jalan umum boleh difungsikan sebagai lapis perkerasan asalkan jalan tersebut memenuhi persyaratan lapis perkerasan
13. Pada bangunan bukan hunian harus disediakan jalur perkerasan dan jalur akses yang berdekatan dengan bangunan yang akan digunakan kendaraan peralatan pemadam kebakaran sebagai area kerja dan sirkulasi. Jalur akses kendaraan pemadam ditentukan berdasarkan besaran volume seperti tabel berikut:

Tabel 2.3. Keliling Jalur Akses Sekitar Bangunan

No.	Volume Bangunan Gedung (m ³)	Jalur Akses
1	>7.100	Minimal 1/6 keliling bangunan
2	>28.000	Minimal 1/4 keliling bangunan
3	>56.800	Minimal 1/2 keliling bangunan
4	>85.200	Minimal 3/4 keliling bangunan
5	>113.600	Harus sekeliling bangunan gedung

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.23)

2.4.3 Jarak antar bangunan gedung

Untuk mencegah penyebaran kebakaran ke bangunan lain dapat dilakukan dengan penetapan jarak minimum bangunan berikut:

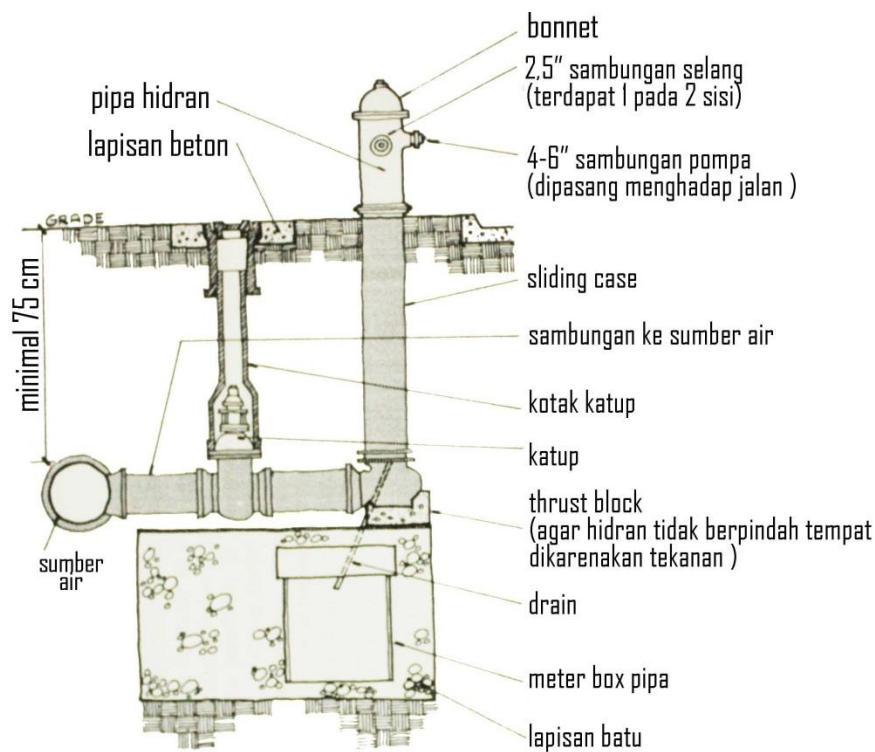
Tabel 2.4. *Jarak Minimum Antar Bangunan*

No.	Tinggi bangunan gedung (m)	Jarak minimum antar bangunan gedung (m)
1	s.d. 8	3
2	>8 s.d. 14	>3 s.d. 6
3	>14 s.d. 40	>6 s.d. 8
4	>40	>8

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.17)

2.4.4 Hidran halaman

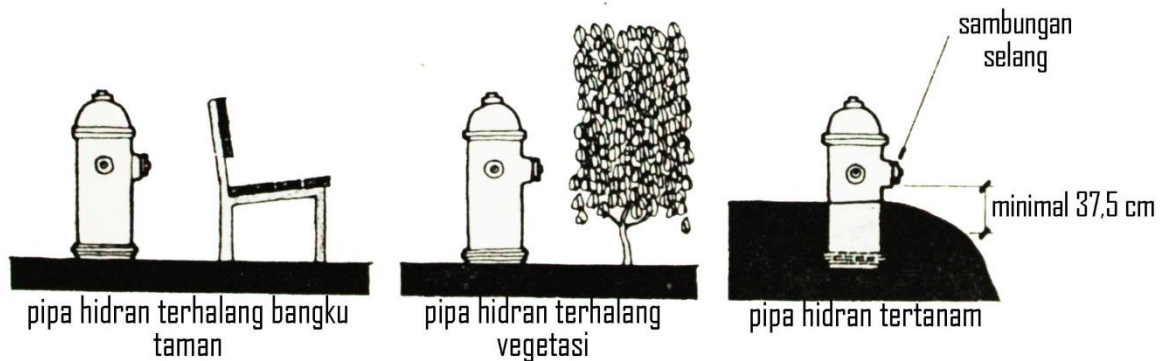
Hidran halaman adalah bagian dari utilitas sistem proteksi kebakaran berupa alat yang terdiri dari slang dan mulut pancaran (*nozzle*) untuk mengalirkan air bertekanan. Hidran yang terletak pada halaman ini berfungsi untuk memadamkan api pada bangunan.



Gambar 2.15 Potongan hidran halaman

Sumber: Egan (1987,p.48)

- Pipa hidran mudah terlihat dan dicapai petugas pemadam kebakaran, sehingga pipa hidran tidak boleh dalam keadaan terhalang.



Gambar 2.18 Perletakan hidran halaman
Sumber: Egan (1987,p.49)

- Pasokan air untuk hidran halaman minimal 38 liter/detik pada tekanan 3,5 bar, serta mampu mengalirkan air minimal selama 30 menit

2.5 Sistem proteksi kebakaran pada bangunan

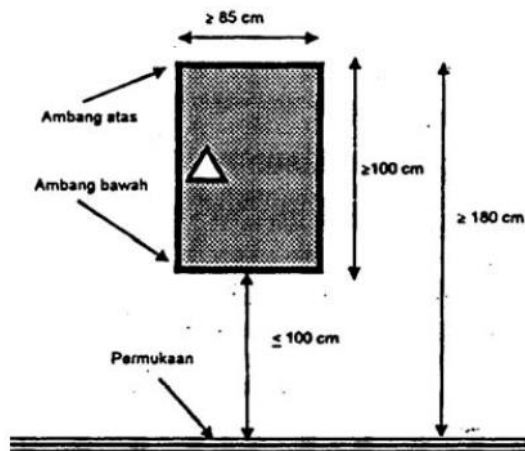
2.5.1 Akses petugas pemadam kebakaran ke bangunan

Akses petugas pemadam kebakaran ke dalam gedung berupa bukaan yang dibuat melalui dinding luar digunakan untuk operasi penyelamatan dan pemadaman api. Kriteria dari akses petugas pemadam ke dalam gedung sebagai berikut:

- Bukaan siap dibuka dari luar maupun dari dalam atau dari material yang mudah dipecahkan dan bebas dari hambatan selama gedung dihuni atau ketika dioperasikan
- Terdapat penanda akses petugas pemadam kebakaran pada bukaan



Gambar 2.19. Penanda untuk akses pemadam kebakaran
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.27)



Gambar 2.20 Dimensi bukaan akses pmk ke bangunan
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.27)

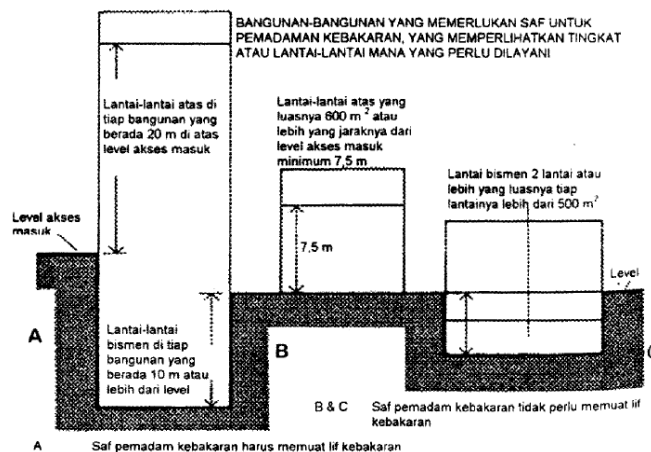
3. Jumlah dan posisi bukaan akses petugas pemadam kebakaran ke dalam bangunan gedung selain tipe hunian ditentukan oleh luas lantai bangunan, sistem proteksi bangunan, dan lainnya seperti berikut:
 - a. Akses petugas pemadam kebakaran ke dalam bangunan harus tersedia pada tiap lantai bangunan kecuali lantai pertama dan ketinggian bangunan tidak melebihi 60 meter. Akses petugas kebakaran harus ada 1 buah tiap luasan 620 m^2 ataupun bagian dari lantai harus memiliki 2 bukaan akses petugas pemadam kebakaran pada setiap lantai bangunan gedung atau kompartemen
 - b. Pada bangunan dengan ruang atau kompartemen dengan luasan kurang dari 620 m^2 yang tidak berhubungan satu sama lain, maka harus disediakan bukaan akses
 - c. Pada bangunan yang dilengkapi seluruhnya dengan sistem sprinkler otomatis, bukaan akses ditempatkan setiap luasan 6200 m^2 . Selanjutnya untuk luasan diatas 6200 m^2 peletakan bukaan akses tiap luasan 1240 m^2
 - d. Penempatan bukaan akses yang lebih dari satu harus ditempatkan berjauhan dan terletak pada sisi bangunan yang berbeda. Jarak minimal antar bukaan akses sebesar 30 m diukur sepanjang dinding luar dari pusat bukaan akses
 - e. Pada bangunan yang tinggi ketinggian sisi luarnya terbatas dan sulit ditempatkan bukaan akses, harus dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran inter nal.

2.5.2 Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan

Pada bangunan tingkat rendah tanpa basemen, persyaratan akses masuk bagi petugas pemadam kebakaran berupa sarana jalan keluar dan akses masuk kendaraan. Sedangkan pada bangunan gedung lainnya perlu ada fasilitas tambahan untuk mengatasi masalah yang dihadapi petugas pemadam kebakaran saat mendekati lokasi dan berada pada lokasi kebakaran. Fasilitas tambahan tersebut perlu disediakan untuk mempercepat proses pemadaman dan penyelamatan. Fasilitas tersebut meliputi lift pemadam kebakaran, tangga untuk keperluan pemadam kebakaran, dan lobi untuk pemadaman kebakaran yang ketiganya dikombinasi dan ditempatkan dalam satu shaft yang terlindung dari kebakaran. Shaft tersebut dinamakan shaft pemadam kebakaran.

1. Ketentuan penggunaan shaft kebakaran

- a. Bangunan dengan ketinggian lebih dari 20 meter dari permukaan tanah atau akses masuk bangunan atau memiliki besmen 10 meter di bawah permukaan tanah atau akses masuk, harus menyediakan shaft pemadam kebakaran beserta dengan lift pemadam kebakaran
- b. Bangunan yang bukan tergolong bangunan parkir sisi terbuka dengan luas bangunan 600 m^2 atau lebih yang ketinggiannya 7,5 meter di atas permukaan tanah atau akses masuk bangunan, harus menyediakan shaft pemadam kebakaran yang tidak perlu disediakan lift pemadam kebakaran
- c. Bangunan yang disertai dua lantai atau lebih besmen yang luasnya lebih dari 900 m^2 harus menyediakan shaft pemadam kebakaran tanpa dilengkapi lift pemadam kebakaran
- d. Kompleks perbelanjaan harus dilengkapi dengan shaft pemadam kebakaran



Gambar 2.21. Kriteria bangunan dengan shaft PMK
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.29)

2. Jumlah dan lokasi shaft kebakaran

Ketentuan jumlah dan lokasi shaft kebakaran sebagai berikut:

- a. Pada bangunan yang dilengkapi seluruhnya dengan sistem sprinkler otomatis sesuai standar yang berlaku maka jumlah shaft pemadam kebakaran mengikuti tabel berikut.

Tabel 2.5. *Jumlah Shaft Kebakaran pada Bangunan*

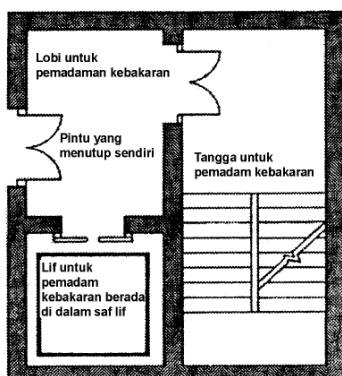
Luas Lantai Maksimum m ²	Jumlah Minimum Saf Kebakaran
Kurang dari 900	1
900-2000	2
Lebih dari 2000	2 ditambah 1 untuk tiap penambahan 1500 m ²

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.30)

- b. Pada bangunan gedung tanpa sprinkler otomatis harus menyediakan satu shaft pemadam kebakaran setiap luasan 900 m² yang letaknya 20 meter di atas permukaan tanah atau 7,5 diatas permukaan tanah
- c. Kriteria yang sama mengenai luasan 900 m² untuk setiap saf pemadaman kebakaran, harus diterapkan untuk menghitung jumlah saf yang diperlukan bagi besmen bangunan gedung.
- d. Penempatan shaft berjarak tidak lebih dari 60 meter dari setiap bagian per lantai bangunan. Jika denah bangunan tidak diketahui maka jarak pencapaian dari setiap bagian per lantai tidak lebih dari 40 meter

3. Desain dan konstruksi saf kebakaran

- a. Setiap jalur tangga pemadam kebakaran dan lif pemadam kebakaran diakses dari lobi pemadam kebakaran
- b. Setiap shaft pemadam kebakaran harus dilengkapi dengan sumber air utama yang memiliki sambungan *outlet* dan katup-katup di tiap lobi pemadam kebakaran kecuali pada lantai akses ke bangunan

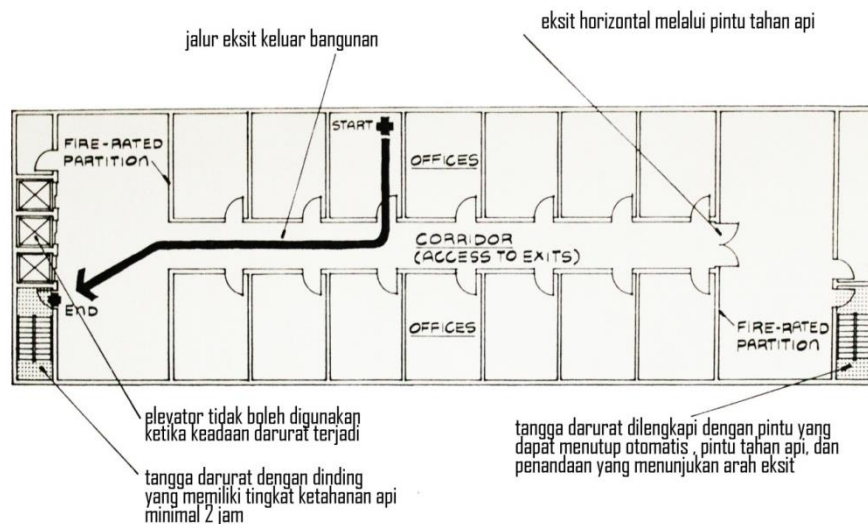


Gambar 2.22. Layout saf PMK

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.32)

2.5.3 Sarana penyelamatan

Sarana penyelamatan pada bangunan berfungsi untuk mempermudah penghuni bangunan dalam melakukan proses evakuasi. Sarana penyelamatan yang baik dapat memberikan penghuni waktu yang cukup untuk menyelamatkan diri keluar dari bangunan dengan aman tanpa terhambat hal-hal yang terjadi akibat bahaya kebakaran.

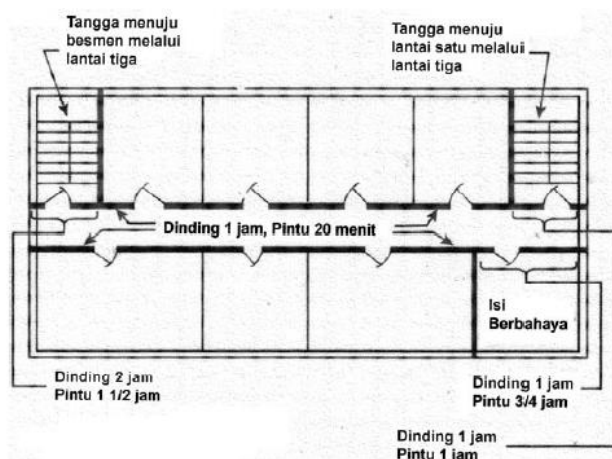


Gambar 2.23. Sarana penyelamatan perkantoran
Sumber: Egan (1987,p.185)

1. Akses eksit koridor

Akses eksit merupakan sarana jalan keluar untuk mencapai eksit bangunan. Akses eksit harus bebas dari api dan asap serta selalu tersedia setiap saat untuk penghuni bangunan

- a. Koridor yang difungsikan sebagai akses eksit untuk suatu luasan dengan beban hunian lebih dari 30 harus dipisahkan dengan bagian bangunan lain dengan menggunakan dinding yang memiliki tingkat ketahanan api 1 jam.



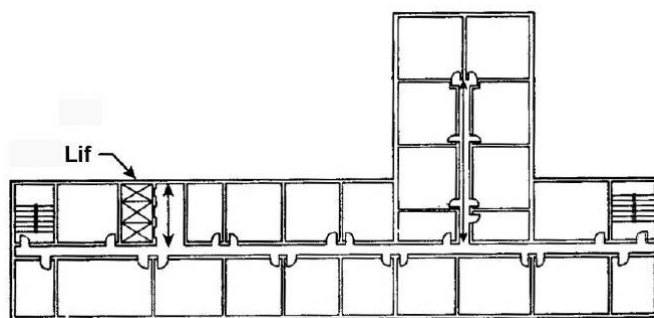
Gambar 2.24. Koridor sebagai akses eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.34)

- b. Dalam merancang koridor bangunan sebaiknya menghindari ujung buntu karena dapat menjebak penghuni bangunan ketika asap kebakaran memenuhi koridor. Untuk menghindari hal-hal yang dapat menghambat jalannya evakuasi dalam bangunan, terdapat batasan panjang maksimal ujung buntu pada koridor seperti berikut:

Tabel 2.6. *Batasan Jarak Ujung Buntu pada Koridor*

Fungsi bangunan	Batas ujung buntu	
	Tanpa springkler	Springkler
Bangunan pertemuan		
Baru	6,1	6,1
Lama	6,1	6,1
Bangunan pendidikan		
Baru	6,1	15
Lama	6,1	15
Bangunan perawatan kesehatan		
Baru	9,1	-
Lama	-	9,1
Hotel dan asrama		
Baru	10,7	15
Lama	15	15
Apartemen		
Baru	10,7	15
Lama	15	15
Mall		
Baru	6,1	15
Lama	15	15
Bangunan bisnis		
Baru	6,1	15
Lama	15	15

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.68)



Gambar 2.25. Ujung buntu pada akses eksit

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.79)

- c. Terdapat penanda yang menunjukkan eksit bangunan
- d. Lebar minimum tidak lebih kecil dari 915 mm

- e. Ketinggian minimal dari lantai ke langit-langit pada ruangan koridor sebagai akses eksit sebesar 2,3 m dengan jarak lantai ke tonjolan pada langit-langit sedikitnya sebesar 2 m
- f. Jika terdapat perbedaan ketinggian sebesar 30 cm, harus dalam bentuk ramp atau tangga.
- g. Jalur koridor yang menuju ke arah eksit harus bersih dari segala perabot, dekorasi, dan benda lainnya yang dapat menghalangi proses evakuasi

2. Keandalan sarana jalan keluar

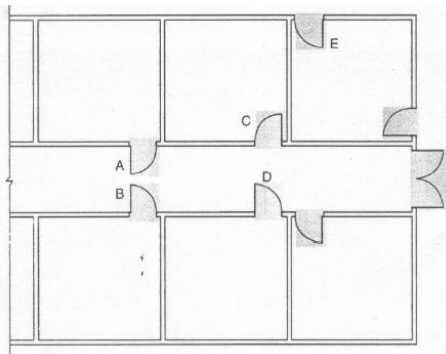
Sarana jalan keluar harus dipelihara secara rutin dan harus bebas dari hambatan agar proses evakuasi dapat berjalan secara maksimal. Perabot dan dekorasi tidak diperbolehkan ditempatkan pada area yang dapat mengganggu area eksit, jalur ke eksit, jalan keluar dari eksit, ataupun pada area yang dapat mengganggu penglihatan.

3. Pintu

a. Ayunan, gaya dan keandalan pintu

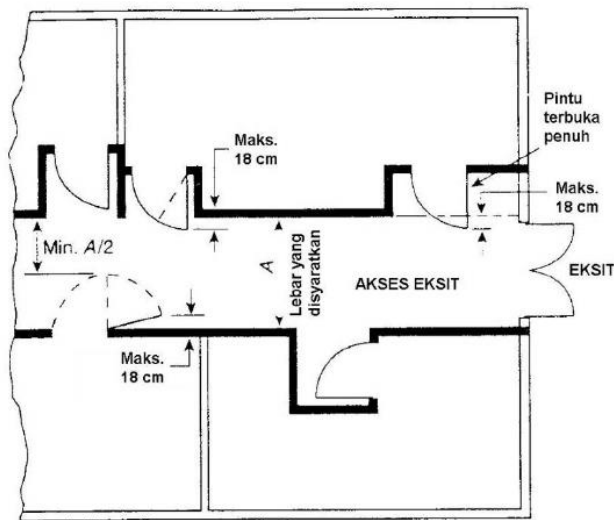
- 1) Setiap pintu pada sarana jalan keluar menggunakan jenis pintu engsel sisi atau disebut pintu ayun. Berikut beberapa ketentuan arah ayun pintu berdasarkan Permen PU nomor 26 tahun 2008.

Tabel 2.7. *Arah Ayunan Pintu*

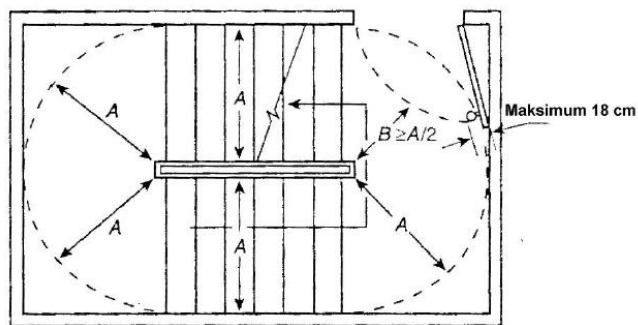
Gambar	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> • Pintu C diizinkan mengayun balik ke dalam bangunan jika ruangan memiliki beban hunian 50 dan bukan merupakan ruang yang rawan kebakaran • Pintu D harus mengayun ke arah jalur jalan keluar jika ruangan memiliki beban hunian lebih dari 50 • Pintu E merupakan pintu eksit yang berada pada ruangan tidak terlindung. Pintu E diperbolehkan mengayun ke dalam ruangan jika beban hunian kurang dari 50 dan tidak mengandung bahaya berat • Pintu A dan B sebaiknya tidak mengayun ke arah jalan keluar karena dapat mengganggu penggunaan koridor

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.41)

- 2) Pintu yang mengarah ke arah jalan keluar diterapkan pada ruang eksit terlindung dan pada ruangan yang berisi bahan dengan tingkat kebakaran tinggi.
- 3) Selama mengayun, pintu yang mengayun ke arah sarana jalan keluar harus menyisihkan minimal setengah dari lebar koridor, gang, bordes tangga maupun tonjolan maksimal 18 cm dari gang, koridor, bordes tangga.



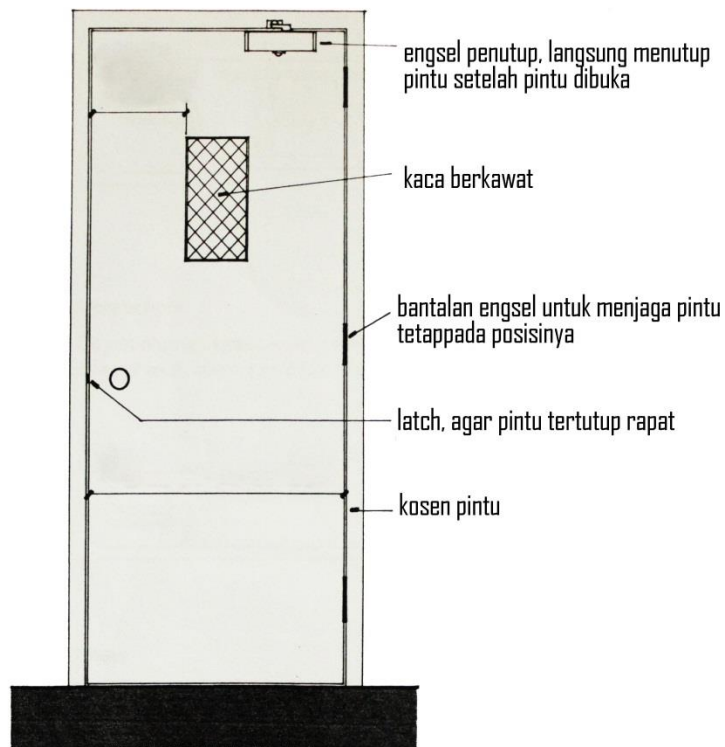
Gambar 2.26. Pintu dengan arah ayun ke akses eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.42)



A — Lebar yang dipersyaratkan.
B — Sekurang-kurangnya $A/2$

Gambar 2.27. Pintu dengan arah ayun ke eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.43)

- 4) Pintu pada eksit harus dalam keadaan selalu tertutup untuk mencegah penyebaran api dan asap, maka pintu pada ruang eksit terlindung memerlukan engsel penutup yang secara otomatis akan menutup pintu setelah pintu dibuka



Gambar 2.28. Pintu pada tangga penyelamatan
Sumber: Egan (1987,p.190)

- 5) Pintu-pintu yang berfungsi sebagai entrance ke dalam bangunan akan dimanfaatkan penghuni bangunan sebagai pintu keluar bangunan. Sehingga entrance sekaligus pintu eksit bangunan tersebut harus dirancang dan dibangun agar jalan dari jalur keluar dapat terlihat langsung dari pintu tersebut.
- b. Penguncian pintu bangunan
- 1) Pintu-pintu dalam bangunan yang dihuni harus dirancang agar dapat dibuka dari sarana jalan keluar untuk mempermudah proses penyelamatan.
 - 2) Kunci-kunci langsung dapat dibuka tanpa memerlukan upaya-upaya tertentu yang dapat menghambat proses penyelamatan.
 - 3) Jika eksit terlindung menerus sampai ke bagian atap, pintu yang menuju ke bagian atas bangunan harus terkunci atau boleh diakses dari atap.

- 4) Pintu bangunan yang berada di luar diperbolehkan memiliki anak kunci namun dengan persyaratan tidak dikunci ketika bangunan masih dihuni. Oleh sebab itu pada pintu yang berada pada luar bangunan harus terdapat penanda.

“PINTU INI TETAP TERBUKA SAAT BANGUNAN GEDUNG DIHUNI”

Gambar 2.29 Penandaan untuk pintu bagian luar
Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p. 53)

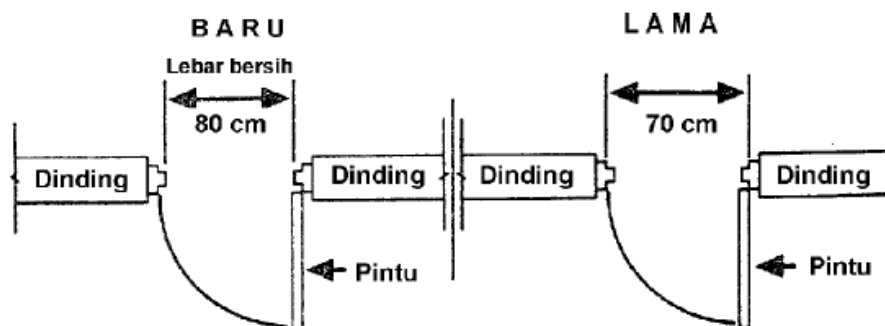
Penanda tersebut harus mudah terbaca, tanda arahnya tahan lama, ketinggian huruf minimal 2,5 cm disertai warna latar belakang yang kontras dengan tulisan. Selain penanda tersebut terdapat penanda lain yang berkaitan dengan sirkulasi evakuasi dengan ketentuan setiap penanda tinggi huruf minimal 20 mm dan kontras dengan warna latar.

**“PINTU AMAN KEBAKARAN
DILARANG MENEMPATKAN BARANG DI DEPAN PINTU”**

Gambar 2.30 Penandaan untuk pintu hamburan eksit
Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p. 53)

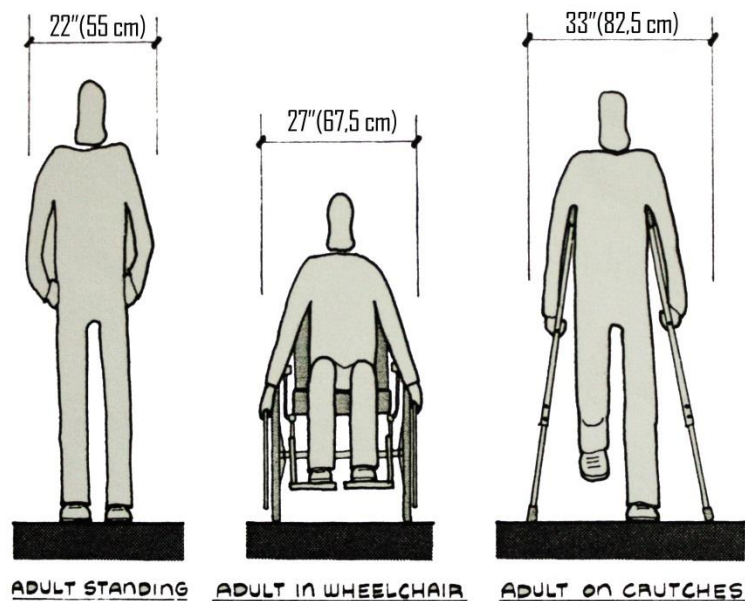
c. Dimensi pintu

- 1) Mengacu pada SNI 03-1746-2000, pintu-pintu yang berada pada sarana jalan keluar diharuskan memiliki lebar bersih minimum sebesar 80 cm. Jika dalam bangunan menggunakan pasangan daun pintu, maka salah satu dari daun pintu setidaknya memiliki lebar bersih sebesar 80 cm. Sedangkan untuk bangunan lama, pintu-pintunya minimal memiliki lebar bersih bukaan sebesar 70 cm. Pada ruangan dengan luasan tidak lebih dari $6,5 \text{ m}^2$ dan ruangan tersebut tidak digunakan orang berkursi roda maka lebar bersih bukaan pintunya 60 cm.



Gambar 2.31. Lebar bersih bukaan pintu sarana jalan keluar
Sumber: SNI 03-1746-2000 (2000,p.9)

- 2) Pintu-pintu yang berada pada sarana jalan keluar seperti koridor dan tangga darurat harus mempertimbangkan aksesibilitas penghuni bangunan. Pada literatur *Concepts in Building Fire Safety*, Egan menggolongkan penghuni bangunan menjadi 3 berdasarkan dimensi lebar yang dibutuhkan untuk berjalan. Pertama kelompok dimensi orang dewasa yang memiliki lebar standar 22''(66 cm) ketika dalam keadaan berdiri dan memerlukan lebar 28''(84 cm) ketika berjalan. Kelompok kedua untuk manusia dewasa pengguna kursi roda yang memiliki lebar 27''(81cm) ketika dalam keadaan diam dan 32''(96 cm) dalam keadaan berjalan. Terakhir kelompok 3 bagi manusia disable pengguna tongkat yang memerlukan lebar 33''(99 cm) dalam keadaan diam ataupun berjalan. Sehingga sebuah pintu hendaknya memiliki lebar minimal 100 cm agar dapat diakses oleh manusia normal ataupun penyandang disabilitas.



Gambar 2.32. Lebar sirkulasi manusia
Sumber: Egan (1987,p.187)

- 3) Untuk menentukan dimensi pintu pada eksit dapat menggunakan rumus yang ditentukan dari luasan lantai, beban hunian, dan kapasitas bangunan. Beban penghunian adalah jumlah kepadatan manusia pada bangunan yang harus ditampung eksit. Kapasitas adalah jumlah penghuni bangunan yang akan ditampung oleh sebuah eksit. Berikut rumusan untuk menentukan unit dimensi sarana jalan keluar:

$$W = \frac{A}{dc}$$

Keterangan:

W= unit lebar sarana jalan keluar

A= luas lantai

d= faktor beban hunian

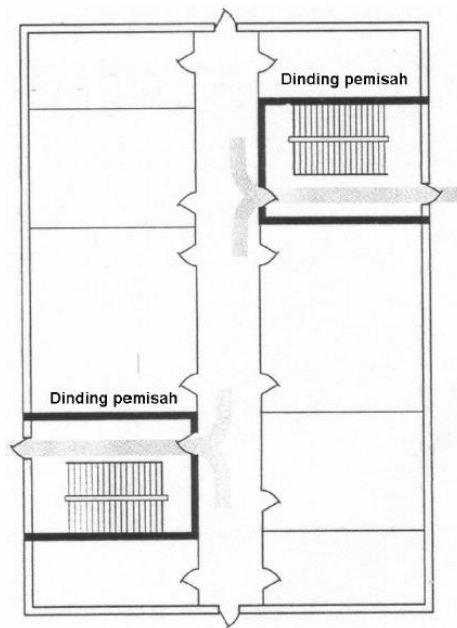
c= kapasitas sarana jalan keluar

- 4) Sedangkan untuk ketinggian ambang bawah pada pintu sarana jalan keluar minimal 2 m. Untuk pintu eksit dapat memiliki 1 daun pintu ataupun pintu dengan 2 daun pintu. Untuk pintu dengan 1 daun pintu memiliki lebar maksimum 120 cm dan pintu 2 daun pintu masing-masing minimum 50 cm.

4. Eksit (tangga kebakaran)

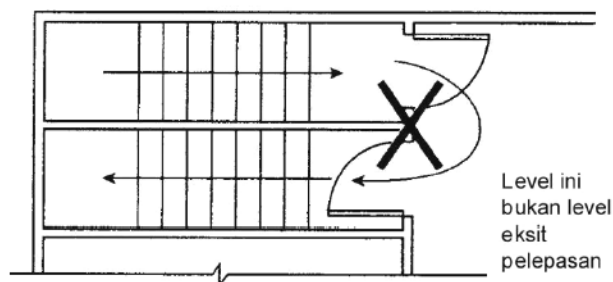
Eksit merupakan bagian dari sebuah sarana jalan ke luar yang dipisahkan dari tempat lainnya dalam bangunan gedung oleh konstruksi atau peralatan untuk menyediakan lintasan jalan yang diproteksi menuju eksit pelepasan. Eksit yang dipisahkan dari bagian bangunan lain, konstruksi pemisahannya harus memenuhi ketentuan berikut:

- a. Eksit yang menghubungkan 1 sampai 3 lantai pada bangunan wajib memiliki dinding pemisah yang memiliki Tingkat Ketahanan Api minimal 1 jam. Sedangkan untuk sarana eksit yang menghubungkan 4 lantai atau lebih dinding pemisahannya harus memiliki Tingkat Ketahanan Api minimal 2 jam,



Gambar 2.33. Dinding pemisah pada tangga darurat
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.35)

- b. Bukaannya pada dinding pemisah harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran dengan minimal Tingkat Ketahanan Api 1 ½ jam
- c. Suatu eksit terlindung harus menyediakan jalur evakuasi menerus yang terproteksi menuju ke area eksit pelepasan



Gambar 2.34. Jalur lintasan ruang terlindung tidak menerus
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.38)

- d. Eksit terlindung tidak boleh difungsikan sebagai ruangan lain yang dapat mengganggu proses evakuasi.
5. Ruang terlindung dan proteksi tangga pada sarana eksit
- a. Tangga dalam bangunan
 Tangga eksit yang berada dalam bangunan harus dalam kondisi terlindung dari bahaya kebakaran.

b. Tangga ter-ekspose

Tabel 2.8. *Dinding Ruang Tangga Eksit*

Gambar	Keterangan
	Salah satu dinding tangga eksit yang terekspose tidak diharuskan untuk tahan api
	Tangga eksit yang menonjol keluar bangunan dengan sekeliling dinding yang tidak terlindung, maka dinding bangunan harus terlindung sampai sejauh 3 meter tangga eksit
	Tangga eksit dengan dinding yang sejajar terekspose dan dinding yang berdekatan. Pada tangga yang sejajar tidak diharuskan terlindung dan dinding berdekatan harus terlindung sepanjang 3 meter

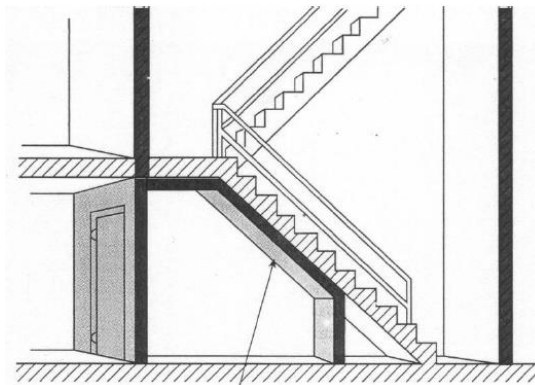
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.52)

c. Area tangga yang difungsikan

Tangga eksit dilarang memiliki fungsi lain selain eksit termasuk di area bawah tangga karena dapat berpotensi mengganggu proses evakuasi, kecuali persyaratan berikut:

- 1) Area yang memiliki fungsi lain tersebut dipisahkan dari bangunan dengan dinding berkonstruksi tahan api

- 2) Jalan masuk area tangga terpakai melalui jalan di luar tangga eksit

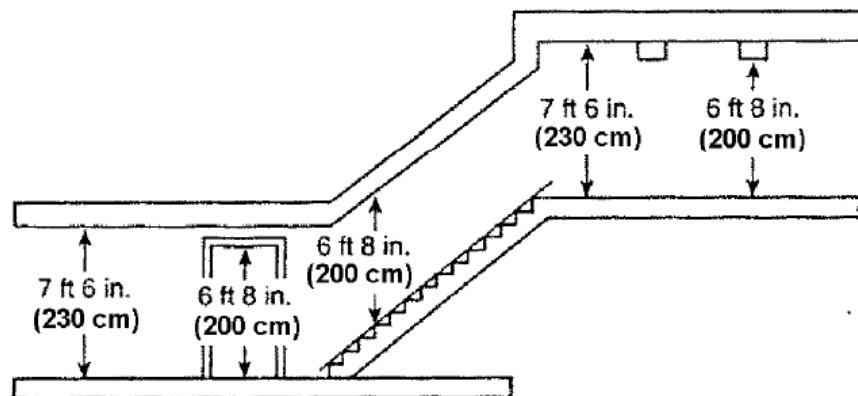


Gambar 2.35. Area tangga yang difungsikan
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.53)

d. Tangga darurat

Berikut kriteria dimensi tangga darurat yang terdapat dalam Permen PU no 26 tahun 2008 dan SNI 03-1746 tahun 2000:

- 1) Ketinggian minimal sarana jalan keluar sebesar 2,3 m dan ketinggian ruangan dengan tonjolan 2 m di atas permukaan lantai finish. Ketinggian ruangan di atas tangga minimal 2 m yang diukur secara vertikal dari ujung anak tangga ke bidang yang sejajar dengan kemiringan tangga.



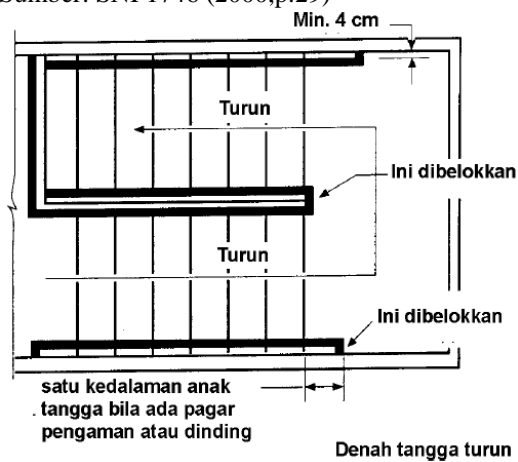
Gambar 2.36. Ketinggian ruang tangga eksit
Sumber: SNI 1746 (2000,p.7)

- 2) Perubahan ketinggian melebihi 50 cm dalam sarana jalan keluar harus menggunakan tangga atau ramp
- 3) Pagar pengamanan tersedia di sisi bagian terbuka dari sarana jalan keluar tangga atau ram yang memiliki ketinggian lebih dari 70 cm di atas lantai

- 4) Ketinggian dari rel pegangan tangan 86-96 cm dan berada pada kedua sisinya

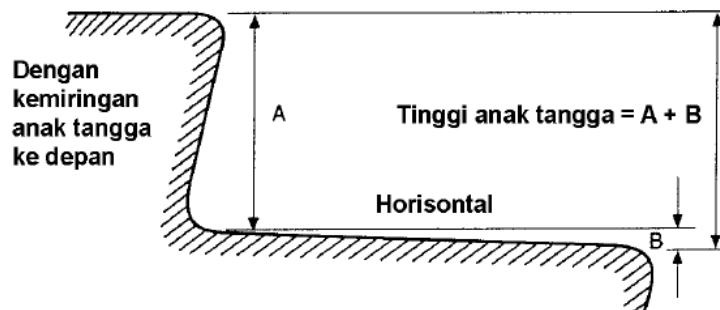


Gambar 2.37. Dimensi tangga darurat
Sumber: SNI 1746 (2000,p.29)

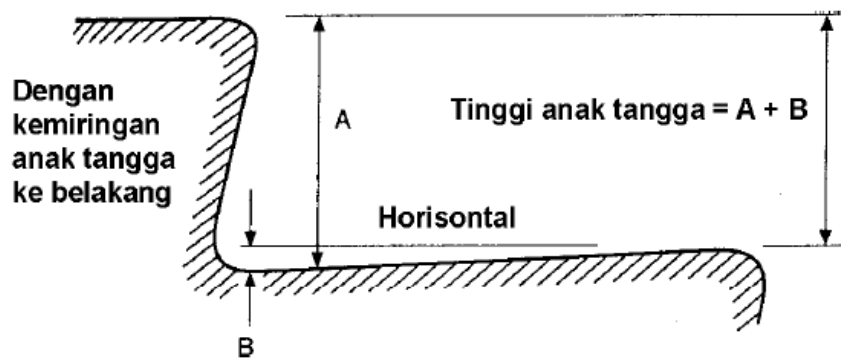


Gambar 2.38. Peletakan railing tangga darurat
Sumber: SNI 1746 (2000,p.29)

- 5) Lebar bersih tangga kelas A dan B 110 cm atau 90 cm untuk bangunan dengan beban hunian tidak lebih dari 50
- 6) Maksimum ketinggian anak tangga kelas A 19 cm sedangkan kelas B 20 cm sedangkan untuk bangunan baru ketinggian anak tangga minimal 18 cm

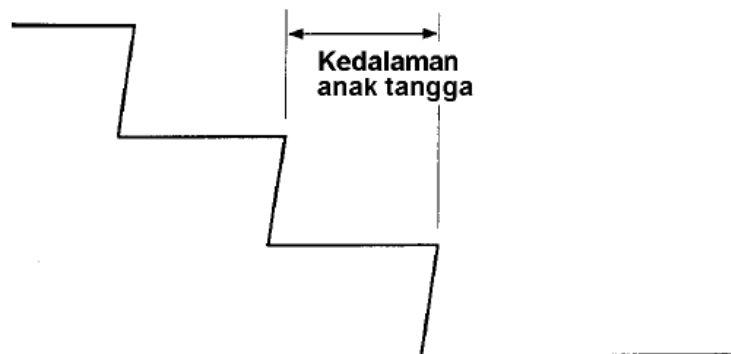


Gambar 2.39. Anak tangga dengan kemiringan ke depan
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)



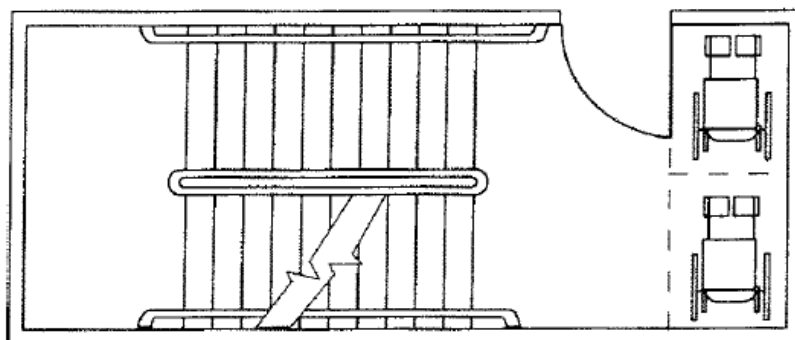
Gambar 2.40. Anak tangga dengan kemiringan ke belakang
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)

- 7) Kedalaman anak tangga minimum kelas A sebesar 25 cm dan kelas B 23cm



Gambar 2.41. Kedalaman anak tangga
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)

- 8) Ketinggian maksimum antar bordes tangga kelas A dan B sebesar 3,7 m
9) Bordes tangga memiliki lebar yang sama dengan tangga
10) Sarana eksit dapat berfungsi sebagai tempat perlindungan bagi penghuni dengan keterbatasan gerak. Daerah perlindungan tersebut dapat menampung minimal 1 kursi roda (76 cm x 120 cm) untuk setiap 200 penghuni. Minimal lebar daerah perlindungan 90 cm



Gambar 2.42. Tangga darurat yang dapat diakses pengguna kursi roda
Sumber: SNI 1746 (2000,p.53)

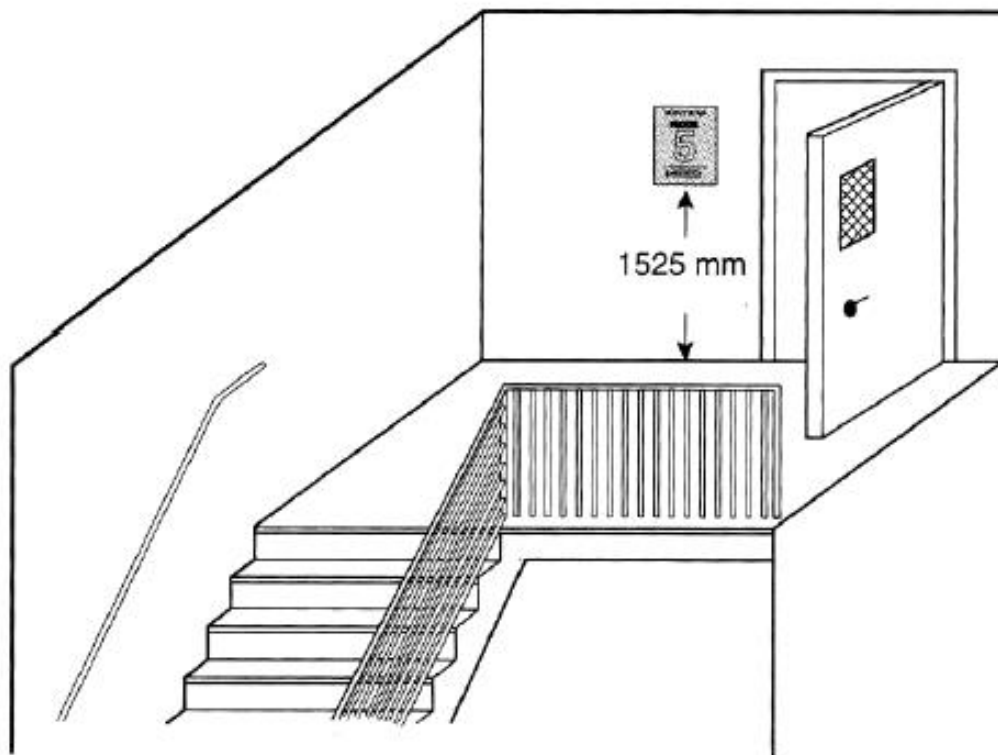
11) Permukaan tangga dan bordes padat, memiliki ketahanan gelincir yang seragam, bebas dari tonjolan yang dapat mengakibatkan pengguna terjatuh serta menggunakan material yang tidak mudah terbakar

12) Kemiringan anak tangga tidak melebihi 2 cm per m (kemiringan 1:48)

e. Penandaan jalur tangga

Tangga eksit bangunan baru yang melayani tiga lantai atau lebih dan tangga eksit pada bangunan lama yang melayani lima lantai atau lebih harus memiliki penanda pada jalur tangga eksit dengan ketentuan berikut:

- 1) Terdapat tanda pengenal pada setiap bordes lantai
- 2) Penandaan menunjukan tingkat lantai
- 3) Penanda menunjukan akhir dari tangga terlindung
- 4) Menunjukan tingkat lantai dari, dan ke arah eksit pelepasan
- 5) Penempatan penanda 1,5 meter diatas lantai bordes dan mudah terlihat dalam kondisi pintu terbuka dan tertutup



Gambar 2.43. Penempatan penanda pada tangga darurat
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.55)

- 6) Penanda harus dipasang atau dicat pada dinding sehingga selalu terlihat pada dinding
- 7) Angka tingkatan lantai harus ditempatkan ditengah dengan ketinggian minimal 12,5 cm. Untuk level mezanin menggunakan symbol M dan besmen menggunakan symbol B

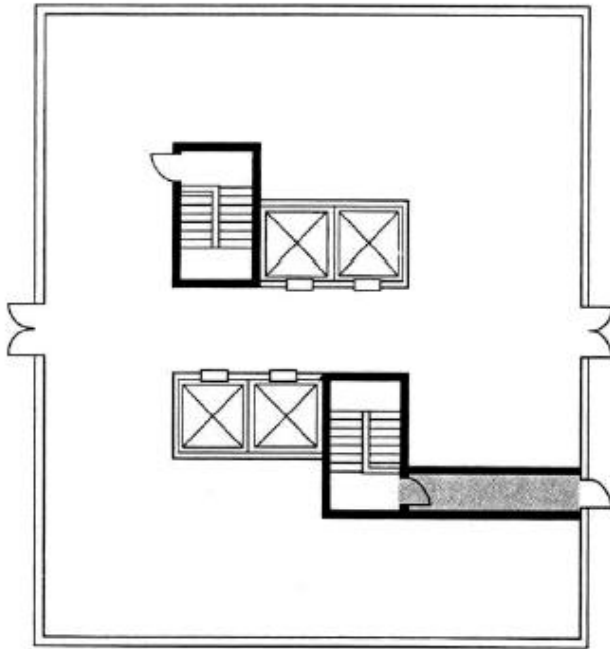


Gambar 2.44. Signage pada area bordes
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.54)

6. Jalan terusan eksit

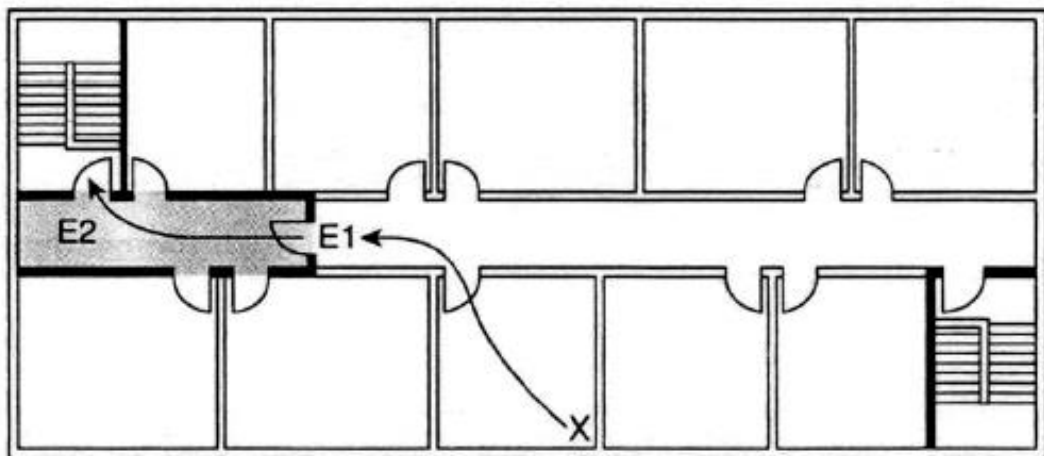
Jalan terusan eksit merupakan jalan terusan yang menghubungkan eksit terlindung atau tangga eksit dengan pelepasan eksit yang menuju ke bagian luar gedung. Selain sebagai penghubung ke luar bangunan, jalan terusan eksit berfungsi menghubungkan ruang-ruang dalam bangunan ke eksit terlindung atau tangga eksit. Ketentuan untuk sarana jalan terusan eksit sebagai berikut:

- a. Dinding jalur terusan eksit terpisah dari bangunan dengan penggunaan dinding tahan api yang memiliki tingkat ketahanan api seperti yang disyaratkan pada eksit terlindung



Gambar 2.45. Jalan terusan eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.56)

- b. Jika terdapat bukaan seperti pintu dan jendela maka bukaan tersebut wajib memiliki tingkat ketahanan api dan bangunan diproteksi dengan springkler otomatis



Gambar 2.46. Bukaan pada jalan terusan eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.57)

7. Pengukuran jarak tempuh ke eksit

Berikut tabulasi batas jarak tempuh dan ujung buntu berdasar Permen PU no 26 tahun 2008.

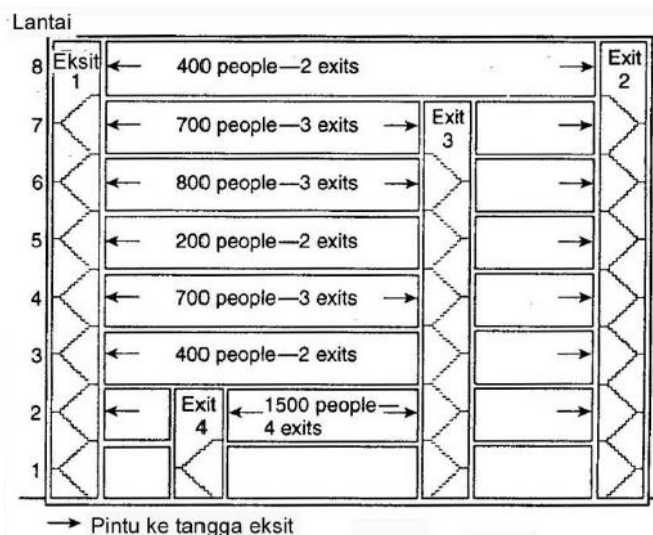
Tabel 2.9. *Batas jarak tempuh*

Fungsi bangunan	Batas lintas bersama		Batas jarak tempuh	
	Tanpa springkler	Springkler	Tanpa springkler	Springkler
Bangunan pertemuan				
Baru	6,1 atau 23	6,1 atau 23	61	76
Lama	6,1 atau 23	6,1 atau 23	61	76
Bangunan pendidikan				
Baru	23	30	45	61
Lama	23	30	45	62
Bangunan perawatan kesehatan				
Baru	-	-	-	61
Lama	-	-	45	61
Hotel dan asrama				
Baru	10,7	15	53	99
Lama	10,7	15	53	99
Apartemen				
Baru	10,7	15	53	99
Lama	10,7	15	53	99
Mall				
Baru	23	30	45	120
Lama	23	30	45	120
Bangunan bisnis				
Baru	23	30	61	91
Lama	23	30	61	91

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.68)

8. Jumlah sarana jalan keluar

Untuk bangunan lama kelompok bangunan 2 sampai dengan 8 minimal memiliki 2 eksit terlindung. Bangunan baru dengan beban hunian per lantai yang mencapai 500-1000 minimal memiliki 3 eksit terlindung. Sedangkan bangunan dengan beban hunian per lantai di atas 1000 harus menyediakan minimal 4 eksit terlindung.



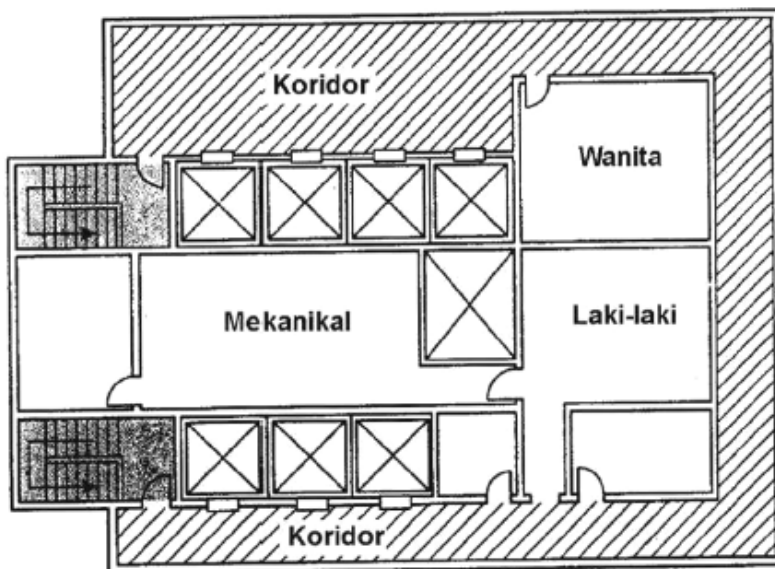
Gambar 2.47. Jumlah sarana jalan keluar

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.71)

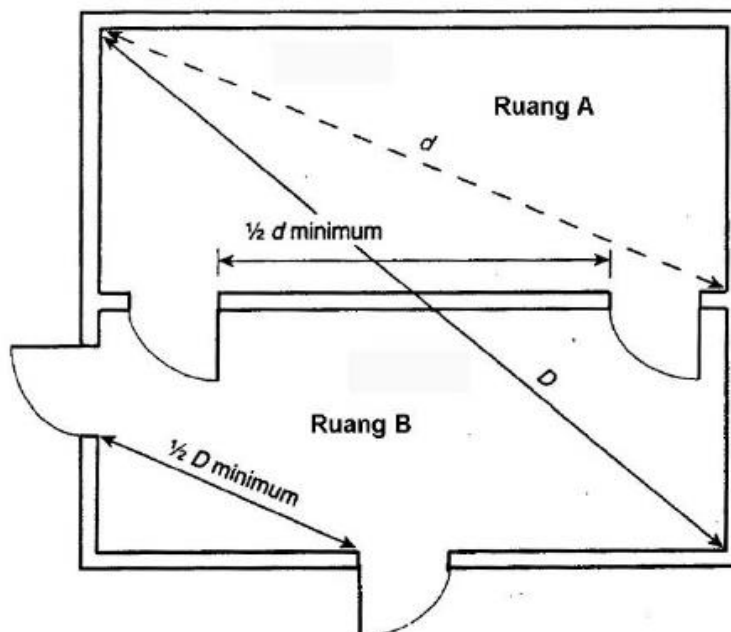
9. Susunan jalan keluar

a. Jarak antar eksit

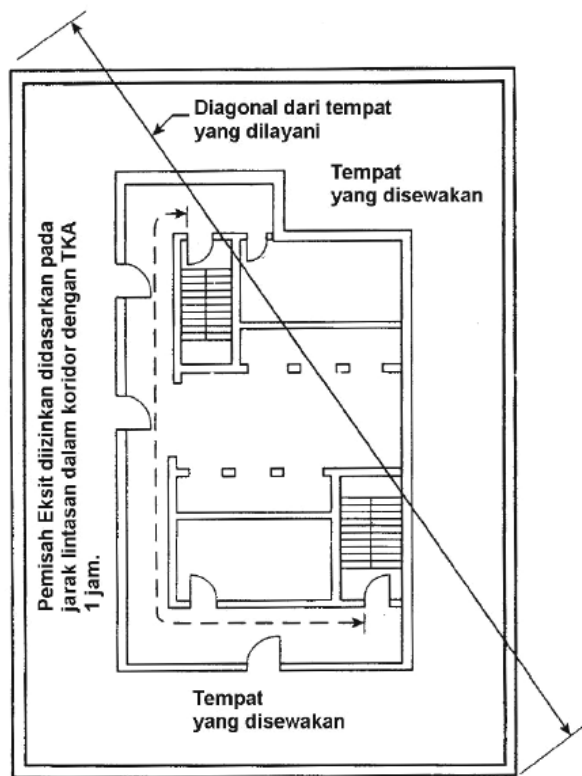
Eksit bangunan yang terdiri dari dua buah atau lebih ditempatkan pada jarak yang saling berjauhan untuk meminimalisir kemungkinan terblokirnya semua eksit ketika kebakaran terjadi. Jarak minimum antar eksit atau pintu akses eksit sebesar setengah dari diagonal ruang atau bangunan yang dilayani eksit tersebut.



Gambar 2.48. Penempatan eksit bangunan yang berjauhan
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.74)

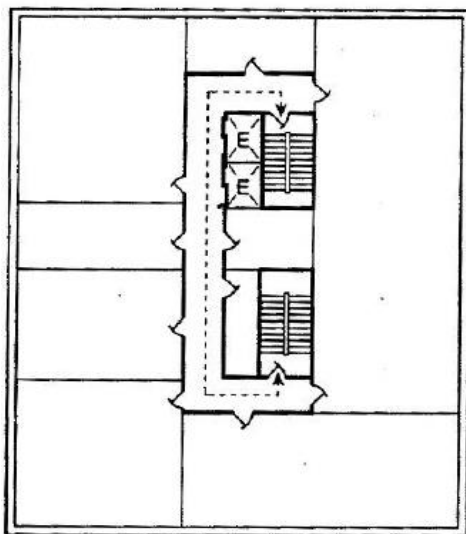


Gambar 2.49. Jarak antar eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.75)



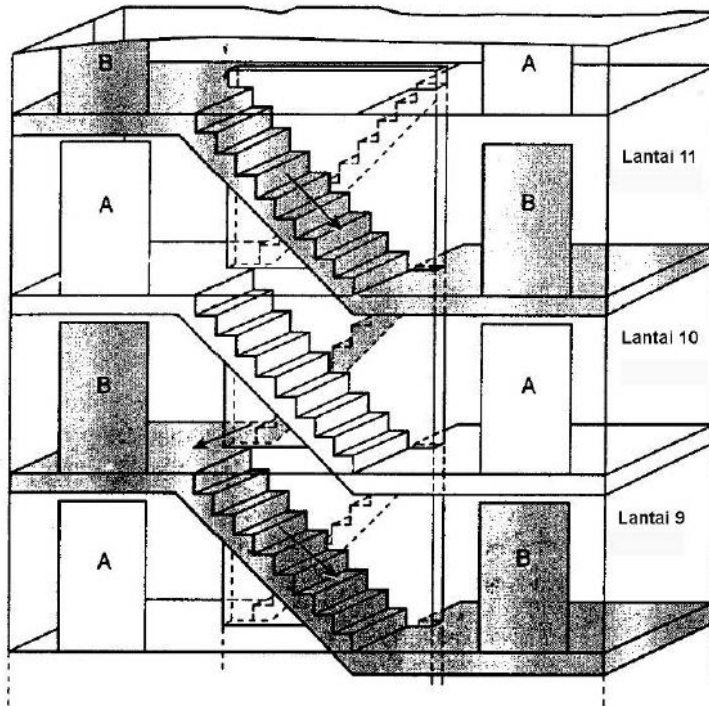
Gambar 2.50. Jarak antar eksit melalui koridor
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.76)

Sedangkan pada bangunan yang dilengkapi springkler otomatis maka jarak antar eksit menjadi sepertiga dari diagonal ruang atau bangunan yang dilayani eksit. Untuk eksit yang dihubungkan dengan koridor dengan Tingkat Ketahanan Api 1 jam diperkenankan jarak pemisah diukur sepanjang jalur koridor.



Gambar 2.51. Eksit dihubungkan dengan koridor
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.77)

Tangga yang saling menyambung atau tangga gunting dianggap sebagai eksit yang terpisah apabila memenuhi persyaratan eksit terlindung dan tangga dipisah satu sama lain dengan konstruksi yang memiliki ketahanan api 2 jam.



Gambar 2.52. Tangga gunting
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.78)

b. Pencapaian ke eksit

Akses ke eksit tidak boleh melalui ruangan seperti dapur, gudang, ruang istirahat, ruang kerja, kloset dan ruangan serupa yang berpeluang untuk terkunci. Akses eksit dari pintu eksit ditempatkan dan ditata agar mudah untuk dikenali dengan jelas. Pada pintu eksit tidak boleh terdapat gantungan atau gordena yang menjadikan eksit terhalang dan tersembunyi.

10. Eksit pelepasan

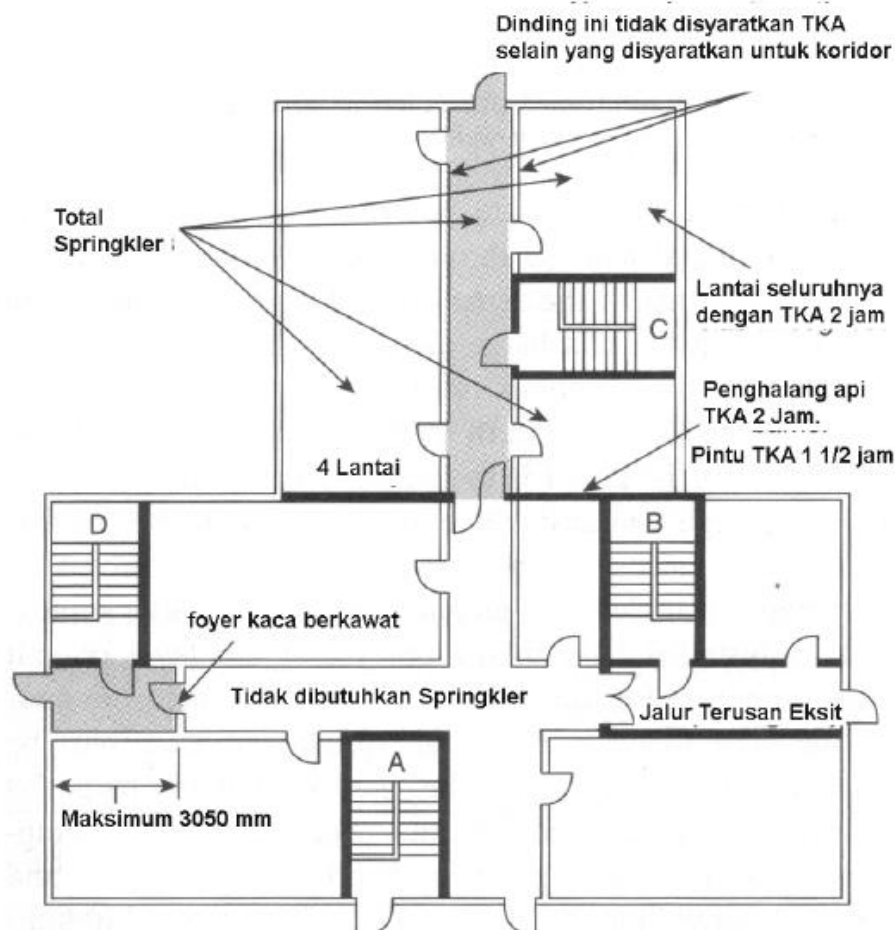
a. Perhentian eksit

Jalur eksit terlindung berakhir langsung ke luar bangunan seperti jalan umum, halaman, lapangan terbuka. Area pelepasan eksit luar harus mencukupi untuk menampung semua penghuni bangunan.

b. Pelepasan eksit melalui level pelepasan

Pelepasan eksit yang tidak langsung keluar bangunan atau melalui level pelepasan diperbolehkan dengan syarat kurang dari 50% jumlah eksit dan kurang dari 50% kapasitas jalan keluar yang disyaratkan. Kriteria eksit pelepasan melalui level pelepasan sebagai berikut:

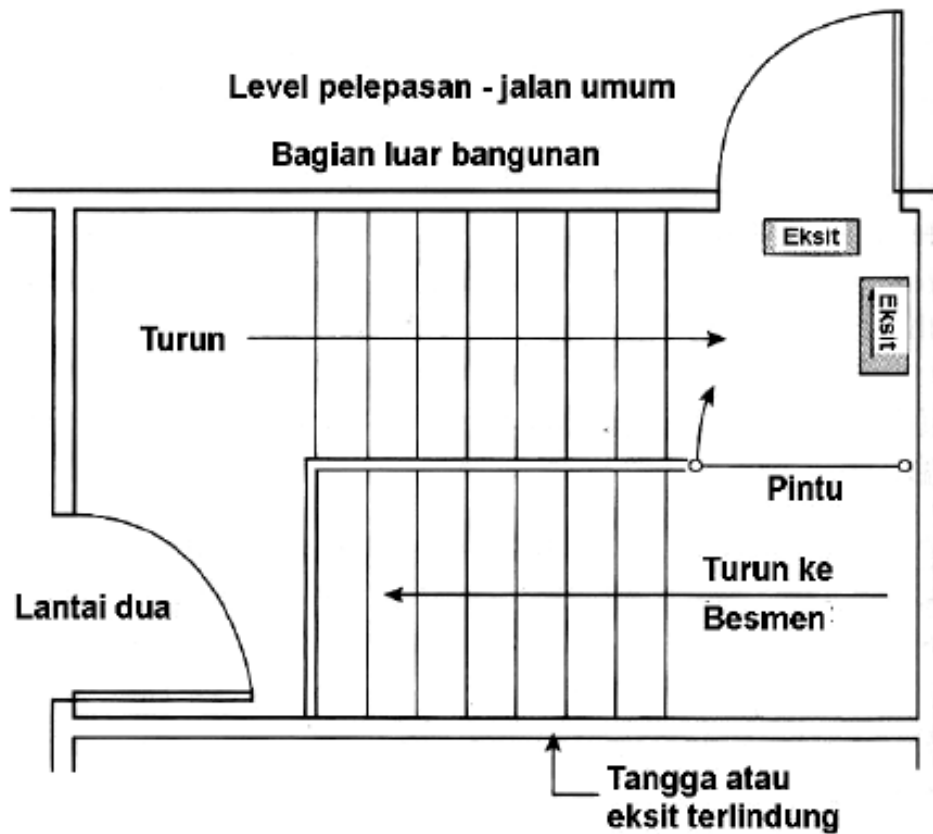
- 1) Pelepasan menuju ke jalan bebas dan tidak terhalang untuk keluar bangunan. Jalan tersebut terlihat langsung dan teridentifikasi dari titik eksit pelepasan.
- 2) Level pelepasan diproteksi secara menyeluruh dengan sistem springkler otomatis atau hanya bagian level pelepasan yang dilalui untuk keluar bangunan dilengkapi dengan sistem springkler otomatis dan bagian tersebut harus memiliki Tingkat Ketahanan Api yang sama dengan eksit terlindung



Gambar 2.53. Pelepasan eksit melalui level pelepasan
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.86)

c. Susunan dan penandaan eksit pelepasan

Pada eksit pelepasan diberi penanda yang menunjukkan jalur dari jalan keluar ke jalan umum. Selain penandaan, tangga dirancang agar penghuni bangunan dapat langsung melihat jalur dari jalan keluar ke jalan umum. Tangga yang menerus melampaui level eksit pelepasan harus terhenti oleh partisi, pintu atau penghalang lainnya.

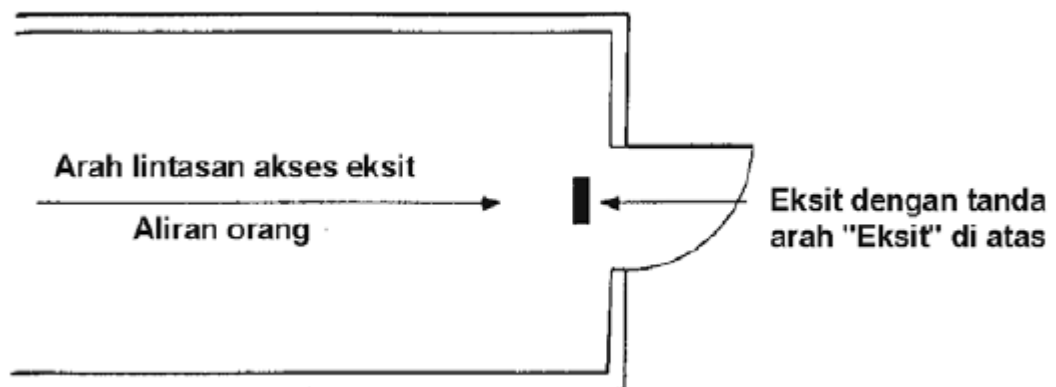


Gambar 2.54. Penandaan pelepasan eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.88)

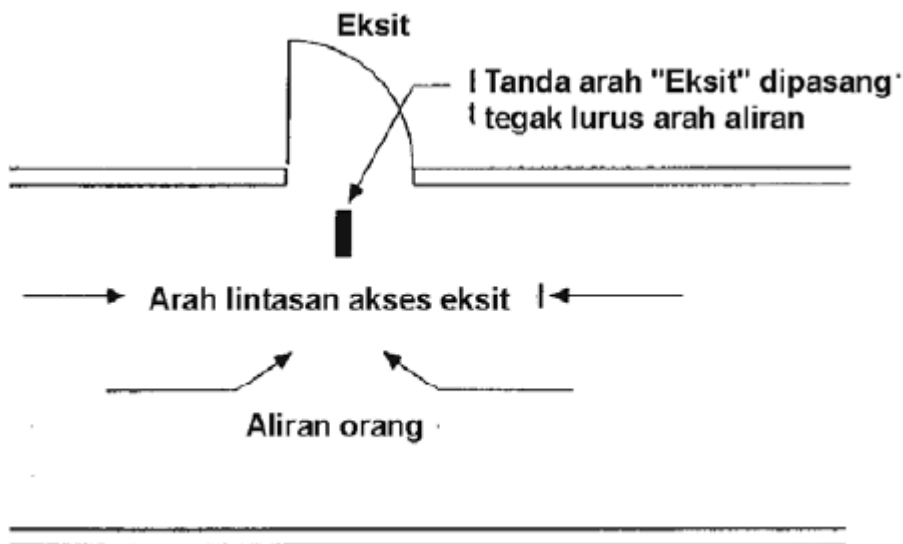
11. Penandaan sarana jalan keluar

a. Akses eksit

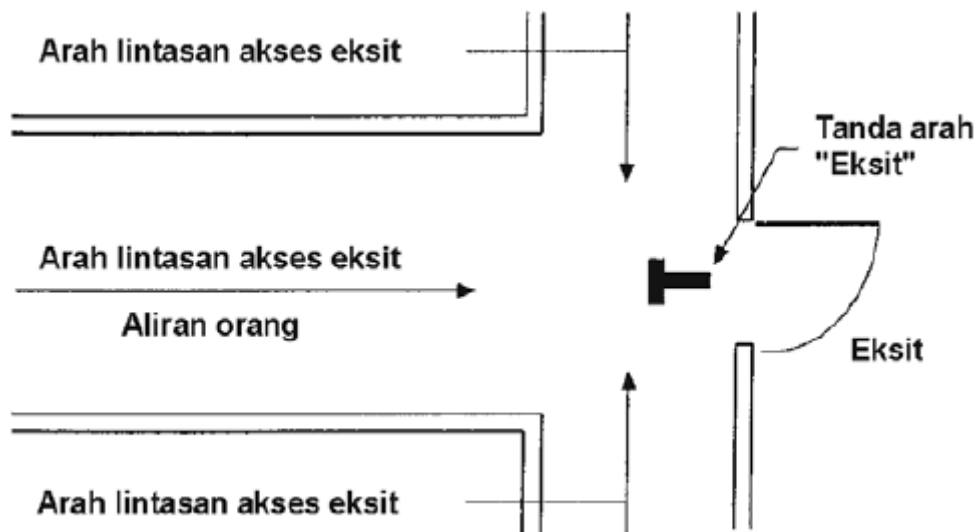
Akses menuju eksit perlu dilengkapi dengan penanda yang mudah terlihat di semua keadaan. Penanda arah eksit pada akses eksit mempermudah penghuni bangunan untuk mencapainya dimana ketika jalur untuk mencapai tidak tampak langsung ke penghuni. Penempatan penanda arah eksit harus dapat terlihat maksimal 30 meter dari segala arah pada jalur menuju eksit



Gambar 2.55. Penandaan eksit pada akses eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)



Gambar 2.56. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang 2 arah
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)



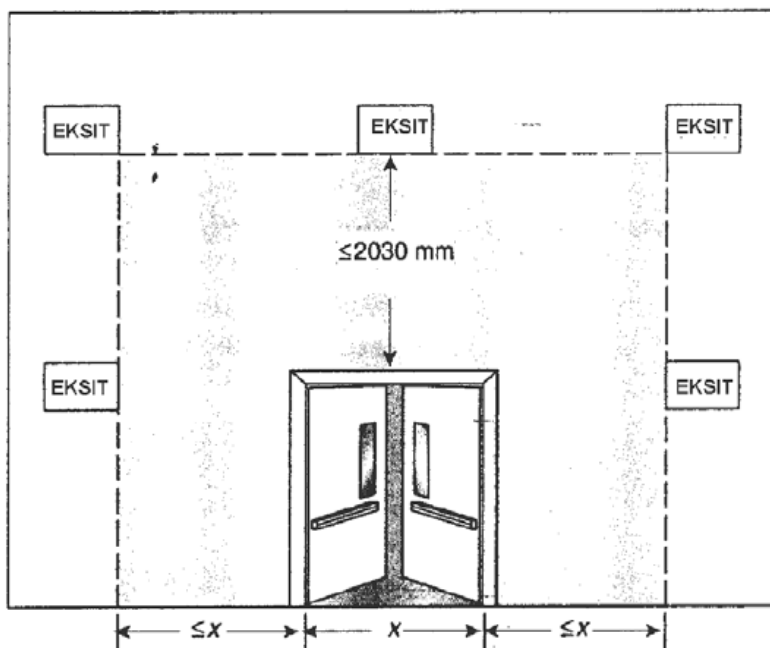
Gambar 2.57. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang tiga arah
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)

b. Tanda eksit dekat dengan lantai

Tanda penunjuk arah eksit yang ditempatkan dekat dengan permukaan lantai harus diiluminasikan. Peletakan tanda tersebut terhadap lantai tidak boleh kurang dari 15 cm dan tidak lebih dari 20 cm. Penanda untuk pintu eksit ditempatkan pada pintu atau dekat kosen pintu dengan jarak 10 cm.

c. Lokasi pemasangan

Penandaan jalan keluar dipasang pada jarak 20 cm diatas ujung pintu tangga darurat



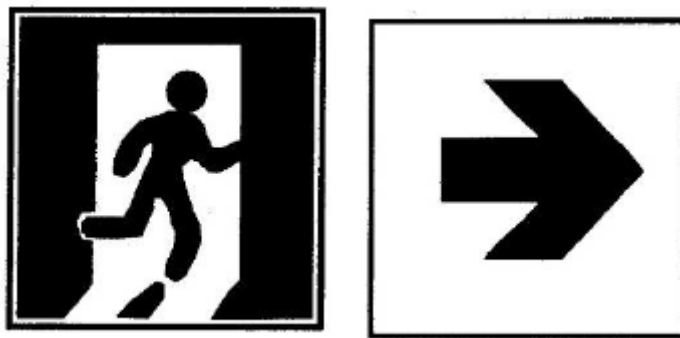
Gambar 2.58. Penandaan eksit pada pintu tangga darurat
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.96)

d. Simbol tanda arah

Beberapa contoh simbol tanda arah menuju eksit



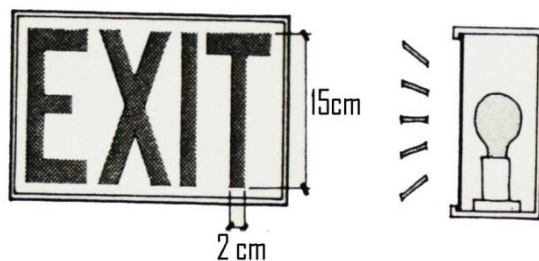
:
Gambar 2.59. Simbol eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.98)



Gambar 2.60. Simbol arah eksit
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.98)

e. Iluminasi tanda arah

Asap yang disebabkan kebakaran dapat menghalangi penghuni bangunan dalam menemukan eksit bangunan, sehingga perlu adanya penerangan pada penanda eksit bangunan.



Gambar 2.61. Penanda eksit dengan iluminasi
Sumber: Egan (1987,p.201)

Tanda arah untuk keperluan evakuasi harus dapat terlihat dalam keadaan pencahayaan normal dan keadaan darurat. Tanda arah ke eksit dan pelasan diperjelas dengan pemberian pencahayaan secara internal maupun eksternal. Sumber cahaya internal menggunakan photoluminescen sedangkan pencahayaan eksternal merupakan pencahayaan darurat.




2.5.4 Sistem proteksi pasif

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26 tahun 2008 disebutkan bahwa sistem proteksi pasif adalah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk atau terbangun melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, kompartemenisasi atau pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan. Proteksi kebakaran pasif menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya. Tujuan penerapan dari sistem proteksi pasif pada bangunan melindungi penghuni, menunjang aktifitas PMK ketika kebakaran terjadi, menghindari penyebaran api, dan meminimalisir dampak fisik kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang mampu menciptakan kestabilan pada bangunan ketika kebakaran dapat memberi waktu lebih pada penghuni bangunan untuk keluar dari bangunan dan memberikan waktu untuk PMK melakukan tugas. Elemen bangunan yang merupakan sistem proteksi pasif sebagai berikut:

1. Ketahanan api dan stabilitas

Sistem proteksi yang efektif dapat didukung dengan konstruksi bangunan yang mampu menahan beban struktur ketika kebakaran terjadi, mampu bertahan dengan kondisi kebakaran yang menimbulkan asap dan udara panas, serta dapat mencegah penyebaran panas api dalam waktu tertentu. Tipe konstruksi api dapat terbagi menjadi tiga kelas sebagai berikut:

Tabel 2.10. *Tipe Konstruksi Bangunan*

Tipe konstruksi	Tingkat ketahanan api
	<ul style="list-style-type: none"> - Konstruksi memiliki ketahanan api dan mampu menahan menahan secara structural beban bangunan - Memiliki komponen pemisah pembentuk kompartemen yang mampu mencegah penjaran api ke dan dari ruangan bersebelahan - Mampu mencegah penjaran panas pada dinding yang bersebelahan
	<ul style="list-style-type: none"> - Konstruksi yang elemen pembentuk kompartemen penahan api mampu mencegah penyebaran kebakaran ke ruang-ruang bersebelahan - Dinding luar mampu mencegah penyebaran api dari luar bangunan
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Konstruksi yang elemen strukturnya adalah bahan yang dapat dengan mudah terbakar dan tidak dapat menahan secara structural terhadap kebakaran

Sumber: Permen PU no 26 2008

Jenis konstruksi yang diterapkan pada suatu fungsi bangunan ditentukan dari fungsi bangunan dan jumlah lantai bangunan. Berikut klasifikasi konstruksi bangunan berdasar fungsi dan jumlah lantai:

Tabel 2.11. *Tipe Konstruksi Bangunan Berdasarkan Jumlah Lantai dan Kelas Bangunan*

Jumlah lantai bangunan	Tipe konstruksi	
	2,3,9	5,6,7,8
4 atau lebih	A	A
3	A	B
2	B	C
1	C	C

Sumber: Permen PU no 26 2008

Masing masing tipe konstruksi memiliki kriteria yang berbeda dari lantai, dinding, kolom, dan atap. Masing masing kriteria konstruksi dibedakan peruntukan kelas bangunannya. Berikut kriteria konstruksi A, B, dan C :

Tabel 2.12. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi A

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
Lantai	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
Dinding luar (termasuk kolom dan elemen bangunan yang menyatu) atau elemen bangunan luar lainnya yang jaraknya ke sumber api adalah:				
Bagian pemikul beban				
< 1,5 meter	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	90/60/60	120/90/90	180/180/120	240/240/180
3 m atau lebih	90/60/30	120/60/30	180/120/90	240/180/90
Bagian bukan pemikul beban				
< 1,5 meter	-/90/90	-/120/120	-/180/180	-/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/60/60	-/90/90	-/180/120	-/240/180
3 m atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding biasa dan dinding penahan api	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
Dinding dalam Saf tahan api pada lif dan tangga eksit	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/120/120	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/120/120	-/120/120	-/120/120
Dinding dalam Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding dalam Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding dalam Saf pelindung jalur utilitas yang bukan untuk pelepasan produk panas hasil pembakaran	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/90/90	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/90/90	-/120/120	-/120/120
Kolom luar Kolom tidak menyatu dengan dinding luar yang berjarak ke sumber api				
< 3 meter	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
3 meter atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Elemen bangunan lain Balok, kuda-kuda, penopang atap, kolom lain yang menopang beban	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
Atap	90/60/30	120/60/30	180/60/30	240/90/60

Sumber: Permen PU no 26 2008

Tabel 2.13. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi B

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
Dinding luar				
Bagian yang memikul beban				
< 1,5 m	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	90/60/30	120/90/60	180/120/90	240/180/120
3 m hingga kurang dari 9 m	90/30/30	120/30/30	180/90/60	240/90/60
9 m hingga kurang dari 18 m	90/30/-	120/30/-	180/60/-	240/90/-
18 m atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Bagian yang tidak memikul beban				
< 1,5 m	-/90/90	-/120/120	-/180/180	-/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/60/30	-/90/60	-/120/90	-/180/120
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding biasa dan dinding penahan api	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
Dinding dalam Saf tahan api pada lif dan tangga eksit	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/120/120	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/120/120	-/120/120	-/120/120
Dinding dalam Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	Bagian pemikul beban			
	60/60/60	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding dalam Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	Bagian pemikul beban			
	60/60/60	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Kolom luar				
Kolom tidak menyatu dengan dinding luar yang berjarak ke sumber api				
< 3 meter	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
3 meter atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Elemen bangunan lain				
Balok, kuda-kuda, penopang atap, kolom lain yang menopang beban	60/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
Atap	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-

Sumber: Permen PU no 26 2008

Tabel 2.14. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi C

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7 gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
Dinding luar				
< 1,5 m	90/90/90	90/90/90	90/90/90	90/90/90
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/-/-	60/60/60	60/60/60	60/60/60
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding biasa dan dinding penahan api	90/90/90	90/90/90	90/90/90	90/90/90
Dinding dalam Membatasi tangga	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding dalam Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Dinding dalam Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Kolom luar				
< 1,5 m	90/-/-	90/-/-	90/-/-	90/-/-
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/-/-	60--	60--	60--
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Atap	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-

Sumber: Permen PU no 26 2008

Selain konstruksi bangunan ketahanan bangunan terhadap api didukung dengan pemilihan dan penempatan bahan bangunan secara tepat. Bahan bangunan dibedakan menjadi dua bahan tak mudah terbakar dan bahan yang mudah terbakar. Pada pengujian ASTM E 136, bahan bangunan dapat digolongkan sebagai bahan yang tak mudah terbakar jika dapat melewati salah satu kriteria 2 kriteria berikut:

a. Kriteria 1

- 1) Ketika terbakar dalam jangka tertentu berat bahan bangunan yang hilang tidak melebihi 50%
- 2) Kenaikan suhu dari bahan bangunan selama dilakukan pengujian tidak melebihi 30°C
- 3) Pada saat dilakukan pengujian selama 30 awal tidak terdapat bagian dari bahan bangunan yang terbakar

b. Kriteria 2

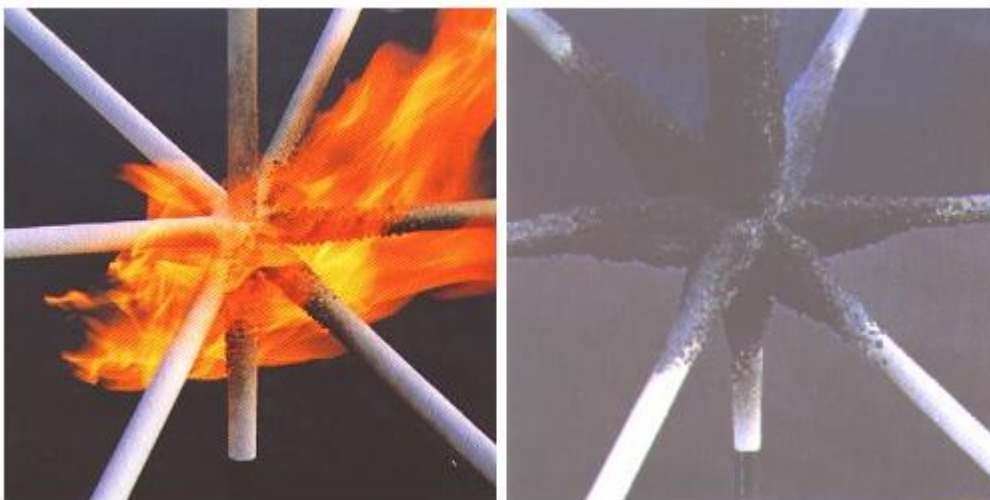
- 1) Temperature pada permukaan pusat bahan bangunan tidak boleh melebihi suhu keseimbangan
- 2) Bahan bangunan tidak terbakar selama proses tes berlangsung
- 3) Berat bahan bangunan yang hilang saat proses tes berlangsung boleh lebih dari 50% asal kedua kriteria sebelumnya terpenuhi

Berikut beberapa bahan bangunan yang dikategorikan sebagai bahan bangunan yang tidak mudah terbakar:

- a. Beton semen Portland, beton gypsum, beton yang mengandung magnesium oksida, kerikil, batu apung
- b. Dinding bata, dinding beton, keramik
- c. Logam kecuali aluminium, magnesium
- d. Kaca lembaran, glasblok, *fiber glass*
- e. Wol mineral

Bahan yang mudah terbakar merupakan bahan yang tidak sesuai dengan kedua kriteria sebelumnya. Bahan bangunan yang tergolong mudah terbakar dapat menyebabkan kebakaran, mendukung proses pembakaran yang dapat menyebabkan kebakaran semakin membesar. Contoh bahan bangunan yang tergolong mudah terbakar adalah kayu yang merupakan bahan bangunan yang umum digunakan.

Bahan bangunan yang mudah terbakar dapat diantisipasi dengan memberi perlakuan tertentu pada bahan bangunan tersebut. Contohnya pada bahan kayu diberi zat kimia tertentu dan kemudian melalui proses penekanan menghasilkan kayu yang memiliki ketahanan api. Selain kayu, terdapat cara lain untuk menghasilkan bahan bangunan tahan api, yakni dengan memberi lapisan yang tahan api, lapisan tersebut bernama *intumescent coatings*. Lapisan tersebut berbentuk cairan yang diaplikasikan pada bahan bangunan sehingga ketika bahan bangunan terkena panas lapisan tersebut memuai dan menjadi gosong yang bertujuan melindungi bahan bangunan.



Gambar 2.62 Pembakaran pada intumescent coatings
Sumber: internet

Terdapat dua jenis *intumescent coatings* yang dapat diaplikasikan pada bahan bangunan:

a. *Soft char intumescent*

Menghasilkan lapisan gosong ringan ketika terkena panas yang berfungsi sebagai insulator panas. Ketika terkena panas api lapisan dapat mengeluarkan uap air yang dapat memberi efek pendinginan

b. *Hard char intumescent*

Mengandung sodium silikat atau grafit yang membentuk lapisan gosong yang lebih tebal dan keras

Intumescent coatings memerlukan perawatan yang rutin. Lapisan tersebut harus lekas diaplikasi ulang sesudah terkena panas api dan pengaplikasian ulang perlu dilakukan pada waktu tertentu secara rutin.

2. Kompartemenisasi dan pemisahan

Kompartemenisasi adalah upaya yang dilakukan untuk mencegah penjarangan kebakaran dengan cara membatasi api dengan lantai, dinding, kolom, balok yang memiliki ketahanan api untuk waktu tertentu sesuai dengan kelas bangunan. Berikut kriteria kompartemenisasi dan pemisahan pada bangunan :

a) Batas luasan lantai

Kompartemen kebakaran dan atrium memiliki batasan luasan maksimum berikut:

Tabel 2.15. *Batasan Luasan Lantai*

Kelas bangunan	Tipe konstruksi bangunan					
	Tipe A		Tipe B		Tipe C	
	Maks. Luasan lantai (m ²)	Maks. volume (m ³)	Maks. Luasan lantai (m ²)	Maks. volume (m ³)	Maks. Luasan lantai (m ²)	Maks. volume (m ³)
5, 9b	8.000	48.000	5.500	33.500	3.000	18.000
6,7,8,9a	5.000	30.000	3.500	21.500	2.000	12.000

Sumber: Permen PU no 26 2008

b) Bangunan dengan luasan besar

Untuk bangunan yang memiliki luasan dan volume yang lebih besar dari kriteria sebelumnya diperbolehkan asal memenuhi ketentuan berikut:

- 1) Luasan bangunan tidak melebihi 18.000 m² dan volume bangunan tidak melebihi 108.000 m³ dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a) Bangunan kelas 7 dan 8 dengan jumlah lantai tidak lebih dari 2 maka bangunan perlu dilengkapi dengan sprinkler dan alarm, serta dilengkapi sistem pembuangan asap otomatis termasuk ventilasi asap
 - b) Bangunan kelas 5 sampai 9 dilengkapi dengan sistem springkler dan jalur akses kendaraan pemadam kebakaran sekeliling bangunan
- 2) Luasan bangunan melebihi 18.000 m² dan volume bangunan melebihi 108.000 m³ dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a) Bangunan dilengkapi sistem springkler dan jalur akses kendaraan pemadam tersedia di sekeliling bangunan
 - b) Ketinggian langit-langit bangunan tidak lebih dari 12 meter, maka dilengkapi dengan sistem pembuangan asap dan panas
 - c) Ketinggian langit-langit bangunan melebihi 12 meter, maka dilengkapi dengan sistem pembuangan asap
- 3) Bila terdapat lebih dari satu bangunan dalam satu kapling dengan jarak antar bangunan kurang dari 6 meter, maka seluruhnya akan dianggap sebagai satu bangunan
 - a) Pemisahan pada sahft lift

Lift yang menghubungkan lebih dari 3 lantai dan bangunan dilengkapi dengan sistem springkler, shaft lift dipisahkan dari bagian bangunan lainnya dengan kriteria berikut:

 - 1) Dinding shaft lift memiliki TKA tertentu seperti pada kriteria konstruksi
 - 2) Bukaannya untuk lif harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran
 - 3) Ruang instalasi mesin lif kebakaran harus dilindungi dari bahaya kebakaran
 - b) Sistem pasokan listrik
 - 1) Gardu/sub stasiun listrik dan panel (*switch*) yang ditempatkan di dalam bangunan harus dipisahkan dari bangunan dengan konstruksi yang memiliki TKA 120/120/120

- 2) Terdapat pintu tahan api yang mampu menutup sendiri dengan TKA minimal -/120/30

3. Perlindungan pada bukaan

Seluruh bukaan pada bangunan seperti bukaan sirkulasi dan saf utilitas harus dilindungi dari bahaya kebakaran. Kriteria dari perlindungan akan bukaan pada bangunan sebagai berikut:

a. Perlindungan bukaan pada dinding luar

Bukaan pada dinding luar bangunan yang perlu memiliki perlindungan bahaya api sebagai berikut:

- 1) Berjarak dari objek yang dapat menjadi sumber api dengan jarak 1 meter pada bangunan 1 lantai dan 1,5 meter pada bangunan lebih dari 1 lantai
- 2) Berjarak dari objek yang dapat menjadi sumber api dengan jarak 3 meter dari sisi atau batas belakang persil bangunan, 6 meter dari sepadan jalan, dan 6 meter dari bangunan lain

b. Metoda perlindungan

Perlindungan bahaya kebakaran pada jalan masuk, jendela, dan bukaan lainnya sebagai berikut:

- 1) Pada jalan masuk (pintu), perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau dengan memasang pintu perlindungan kebakaran dengan TKA - /60/30 yang dapat menutup sendiri atau otomatis
- 2) Pada jendela, perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau jendela dengan TKA -/60/- yang dapat menutup sendiri
- 3) Bukaan lain, perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau memiliki konstruksi dengan TKA minimal -/60/-

c. Sarana proteksi pada bukaan

Sarana proteksi yang dimaksud dalam kriteria ini terdiri dari pintu kebakaran, jendela kebakaran, pintu penahan asap, dan penutup api.

1) Pintu dan jendela kebakaran

- a) Pintu dan jendela kebakaran pada bangunan yang sudah ada memiliki TKA $\frac{3}{4}$ jam dan pada bangunan baru minimal 1 jam
- b) Tidak rusak akibat radiasi baik bagian pintu ataupun kaca sesuai dengan TKA yang diharuskan

- 2) Pintu penahan asap
 - a) Pintu penahan asap harus tidak dapat dilalui asap dari sisi satu ke sisi lainnya dan bila terdapat kaca pada pintu harus direncanakan agar berdampak seminimal mungkin
 - b) Daun pintu mampu menahan asap pada suhu 200°C selama 30 menit
 - c) Daun pintu memiliki ketebalan minimal 35 mm
 - d) Pada daun pintu dipasang penutup atau pengumpul asap
 - e) Pada setiap sisi pintu diberi detector asap dengan jarak tidak kurang dari 1,5 m dari pintu
 - f) Daun pintu mampu menutup sendiri ataupun otomatis setelah dibuka secara manual
- d. Jalan keluar masuk pada dinding tahan api

Lebar bukaan untuk pintu keluar/masuk pada dinding tahan api yang bukan merupakan bagian dari pintu keluar horizontal, harus tidak melebihi $\frac{1}{2}$ dari panjang dinding tahan api dan setiap pintu-masuk tersebut harus dilindungi dengan:

 - 1) 2 buah pintu kebakaran atau penutup kebakaran (Fire Shutters), satu pada setiap sisi pintu-masuk, masing-masing memiliki TKA tidak kurang $\frac{1}{2}$ dari dinding tahan api
 - 2) suatu pintu kebakaran atau penutup kebakaran tunggal yang memiliki TKA tidak kurang kriteria dinding tahan api
- e. Perlindungan pada pintu keluar horizontal

Suatu jalan keluar/masuk yang merupakan bagian dari sarana pintu keluar harus dilindungi dengan salah satu elemen berikut:

 - 1) pintu kebakaran tunggal yang mempunyai TKA tidak kurang dari yang ditentukan pada ketentuan dinding tahan api
 - 2) pintu harus dapat menutup sendiri atau otomatis setelah dibuka secara manual
- f. Lubang utilitas pada eksit terlindung

Eksit yang diisolasi terhadap kebakaran tidak boleh ditembus oleh perangkat utilitas apapun selain dari:

 - 1) Kabel-kabel listrik yang berkaitan dengan sistem pencahayaan, sistem tekanan udara yang melayani sarana keluar, dan penandaan sarana jalan keluar
 - 2) Ducting yang berfungsi memberi tekanan udara pada eksit dengan ketentuan ducting memiliki TKA 120/120/160 dan tidak terbuka

3) Pipa saluran pemadam kebakaran

g. Bukaan pada shaft

Pada shaft utilitas harus diberi penyetop api untuk mencegah perambatan api. shaft utilitas seperti shaft pipa, shaft ventilasi, dan shaft listrik harus sepenuhnya tertutup dengan dinding menerus dari bawah sampai atas dan harus dalam keadaan tertutup pada setiap lantai. Pada bangunan dengan konstruksi tipe A, bukaan pada dinding shaft ventilasi, pipa, sampah atau utilitas lainnya harus dilindungi dengan:

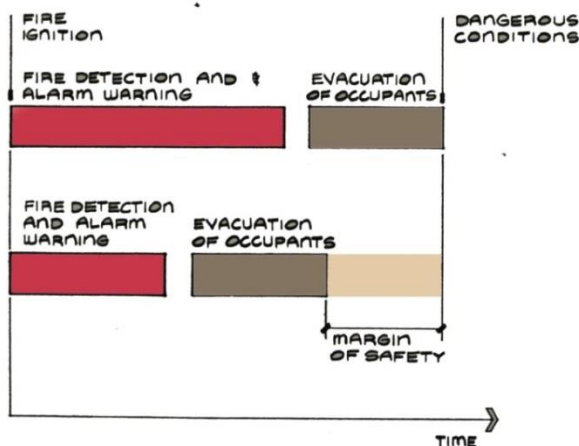
- 1) Pintu atau panel yang memiliki rangka terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dengan minimal TKA -/30/30
- 2) Pintu dapat menutup sendiri setelah dibuka dan memiliki TKA -/60/30

2.5.5 Sistem proteksi aktif

Proteksi bahaya kebakaran yang memerlukan energy dalam pengoperasiannya disebut sistem proteksi aktif. Sistem proteksi aktif merupakan langkah untuk mencegah dampak bahaya kebakaran terhadap penghuni bangunan dengan cara memberi peringatan sehingga penghuni bangunan dapat melakukan evakuasi tepat waktu. Berikut elemen bangunan yang tergolong dalam sistem proteksi aktif:

1. Sistem deteksi dan alarm kebakaran

Deteksi dan peringatan dini terhadap kebakaran dapat mencegah kerugian keselamatan manusia. Pada diagram berikut terlihat bahwa dengan proses deteksi dan peringatan kebakaran yang lebih singkat, tingkat keselamatan manusia akan lebih terjamin.



Gambar 2.63. Perbandingan kecepatan dalam mendeteksi kebakaran
Sumber: Egan (1987,p.xx)

Sistem deteksi dan alarm pada bangunan berfungsi untuk memberi peringatan kepada penghuni bangunan akan adanya bahaya kebakaran dan membantu petugas pemadam kebakaran dengan memudahkan petugas untuk mengetahui titik awal terjadinya kebakaran. Berikut jenis dari sistem deteksi dan alarm bangunan yang ditentukan oleh fungsi, jumlah lantai, dan luasan bangunan.

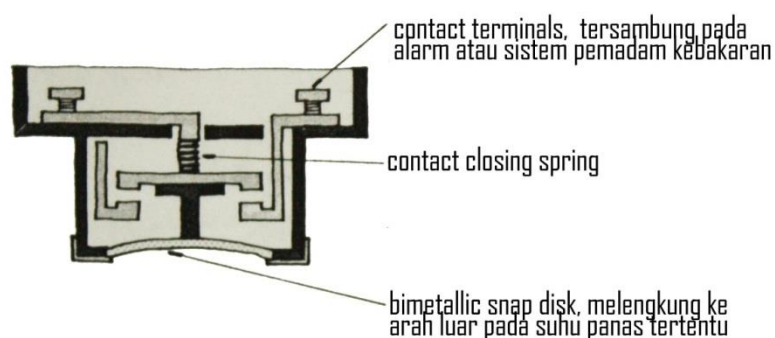
Tabel 2.16. *Jenis Sistem Deteksi dan Alarm*

Fungsi bangunan	Jumlah lantai	Luasan Minimal (m ²)	Sistem Deteksi dan Alarm
Rumah tinggal	1	-	-
Asrama, kos, rumah tamu, hostel	1	300	-
Hunian terdiri dari 2 atau lebih unit hunian (ruko)	1	Tanpa batas	Manual
Hunian dalam kelas bangunan 5,6,7,8,9	2-4	Tanpa batas	Manual
	1	Tanpa batas	otomatis
	2-4	Tanpa batas	otomatis
	>4	Tanpa batas	otomatis
Bangunan kantor	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan perdagangan	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan penyimpanan, gudang	1	2000	Manual
	2-4	1000	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan lab, industri, pabrik	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan umum	1	Tanpa batas	Manual
	2-4	Tanpa batas	otomatis
	>4	Tanpa batas	otomatis

Sumber: Permen PU no 26 2008

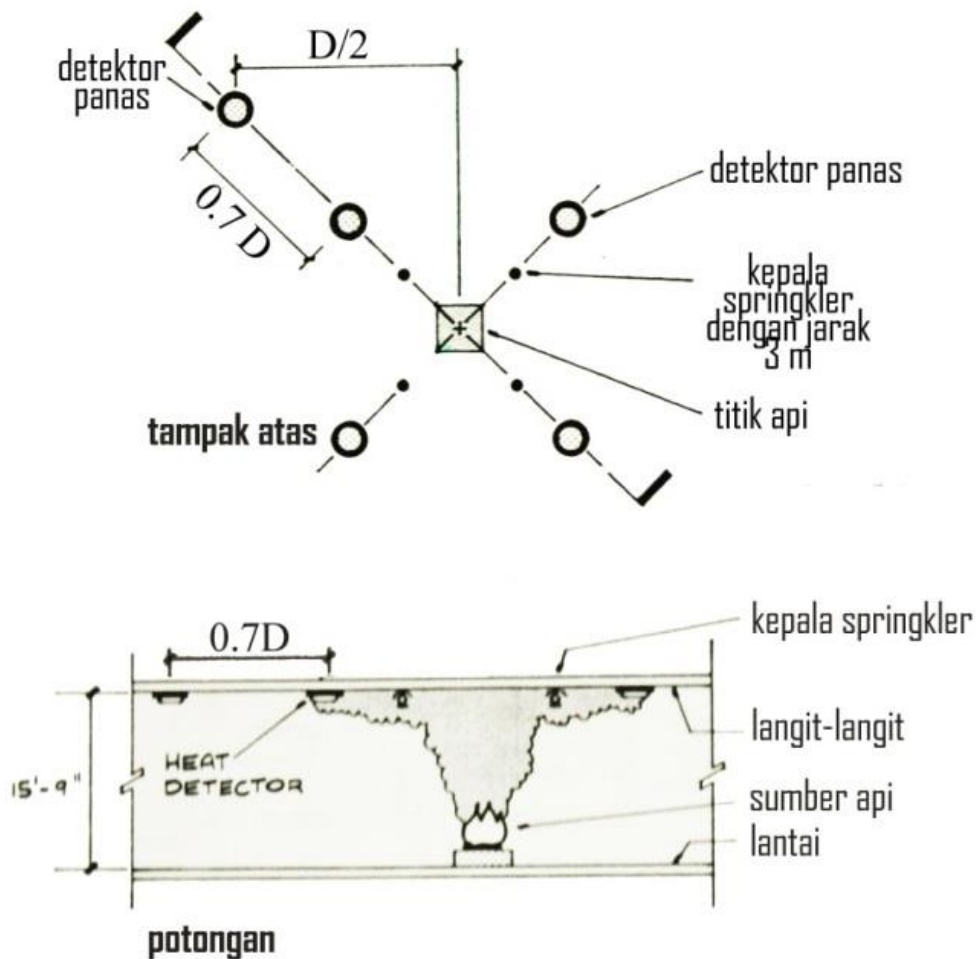
a. Detektor panas

Detektor panas bekerja dengan menggunakan ketika terjadi perubahan secara fisik ataupun elektrik dari material yang disebabkan oleh kebakaran. Jenis detector panas dapat berdasar kenaikan suhu, suhu tetap, dan kombinasi keduanya. Deteksi panas dengan sistem suhu tetap akan bekerja ketika terdeteksi panas pada suhu tertentu umumnya 57 °C. Sedangkan deteksi panas dengan sistem kenaikan panas akan bekerja ketika terdeteksi perubahan suhu 6 7 °C/menit atau 8,3 °C/menit.



Gambar 2.64. Detektor panas
Sumber: Egan (1987,p.114)

Jarak antara detektor panas merupakan bagian kelipatan dari 4,5 m, 6 m, 7,5 m, 10 m, 12 m, 15 m, 18 m. Detektor panas harus bekerja dalam jangka waktu 2 menit setelah api menyala yang setelah itu springkler otomatis menyala.

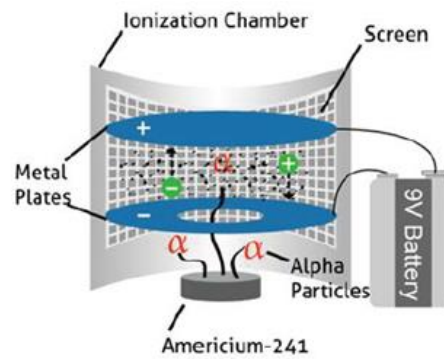


Gambar 2.65. Penempatan detektor panas
Sumber: Egan (1987,p.116)

b. Detektor asap

Detektor asap umumnya dibedakan menjadi dua jenis yakni detektor asap yang bekerja dengan proses ionisasi dan *photoelectric*. Detektor asap ionisasi bekerja dengan mendeteksi proses ionisasi menggunakan arus antara elektroda, proses tersebut terjadi pada bagian sampling (berisi Americium 241 atau Radium 226). Kelemahan dari sistem ini memungkinkan terjadinya salah deteksi yang disebabkan oleh serangga kecil, debu, kondensasi dan aliran udara.

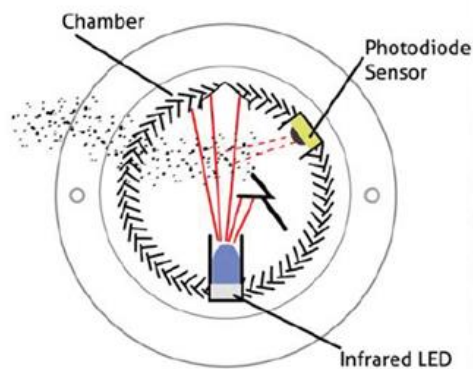
Ionization Detector



Gambar 2.66. Sistem deteksi asap sistem ionisasi
Sumber: internet

Pada sistem *photoelectric*, detektor asap mendeteksi keberadaan asap dengan mengandalkan perubahan cahaya di dalam ruang deteksi (chamber) yang disebabkan oleh asap dengan kepadatan tertentu.

Photoelectric Detector



Gambar 2.67. Sistem deteksi asap sistem photoelectric
Sumber: internet

Radiasi dari sinar matahari dapat menyebabkan adanya lapisan panas yang dapat menghalangi asap masuk ke dalam detektor asap, sehingga peletakan dari detektor asap dirancang sedemikian rupa agar terhindar dari lapisan panas akibat cahaya matahari.

2. Sistem pemadam kebakaran manual bangunan

Hunian digolongkan menjadi 3 berdasarkan tingkat bahaya kebakaran yakni bahaya ringan, sedang dan berat. Fungsi bangunan yang tergolong bangunan dengan tingkat bahaya kebakaran ringan sebagai berikut:

Tabel 2.17. *Hunian Tingkat Kebakaran Ringan*

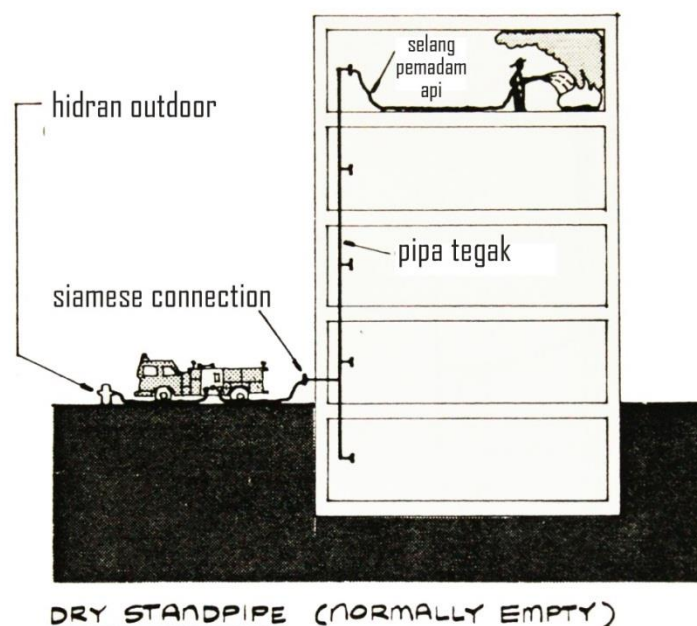
Hunian Tingkat Kebakaran Ringan	
Rumah ibadah	Kantor
Klub	Perumahan
Pendidikan	Restoran
Perawatan	Hotel
Lembaga	Rumah sakit
perpustakaan	Penjara, museum

Sumber: Permen PU no 26 2008

Pemadaman kebakaran pada bangunan dapat melalui cara manual atau otomatis. Berikut sistem yang dipakai pada bangunan untuk proses pemadaman kebakaran:

a. Sistem pipa tegak kering (*dry standpipes*)

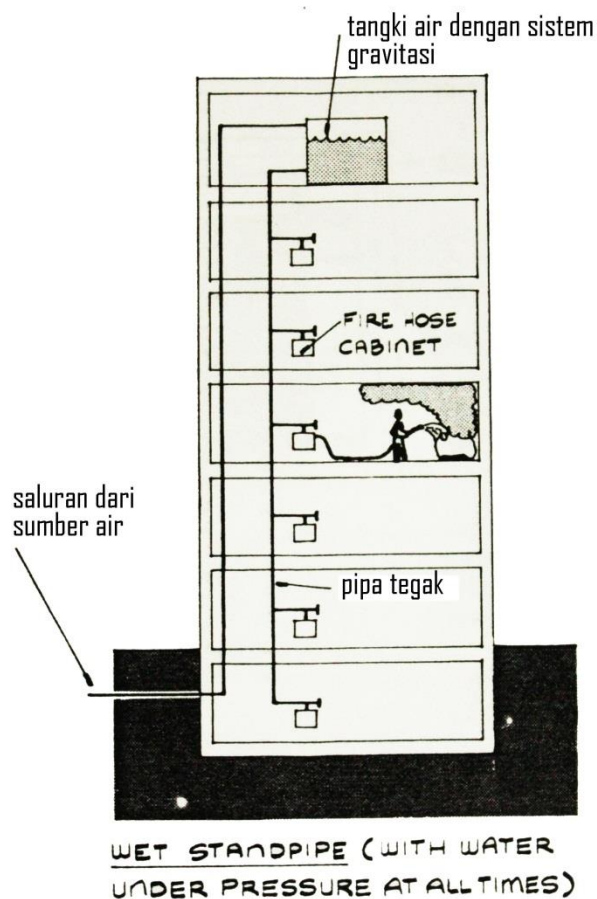
Pipa tegak adalah pipa air yang digunakan untuk menghubungkan selang pemadam kebakaran yang digunakan untuk memadamkan kebakaran di dalam bangunan. Pipa tegak umumnya terletak pada bagian bangunan yang terlindung seperti tangga darurat umum dan tangga darurat PMK. Sistem pipa tegak kering merupakan sistem pemipaan yang menyalurkan air ke springkler dan media pemadam api lainnya dimana pipa tegak kering selalu dalam keadaan kering jika tidak dipergunakan.



Gambar 2.68. Sistem pipa tegak kering
Sumber: Egan (1987,p.120)

b. Sistem pipa tegk basah (*wet standpipes*)

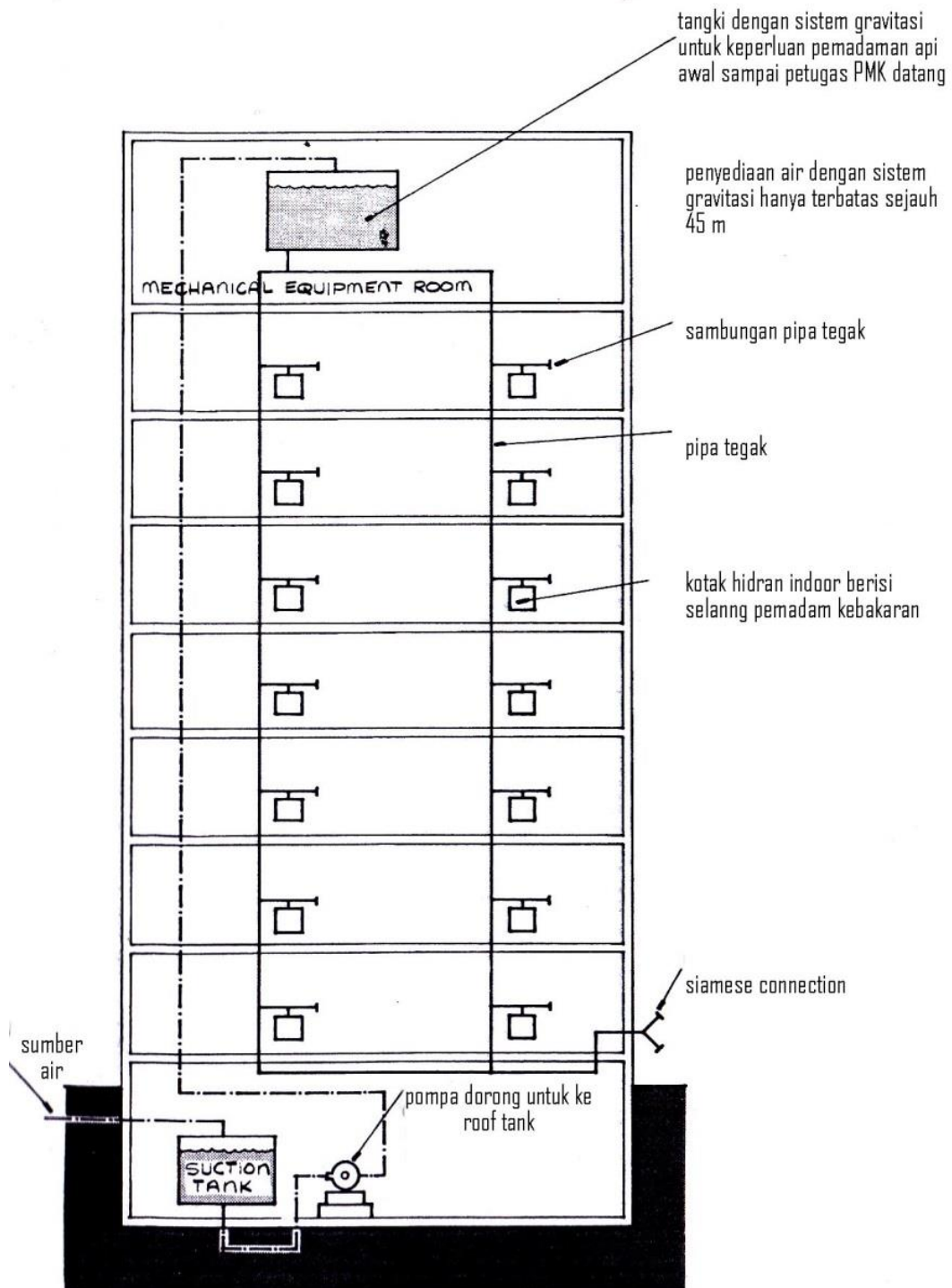
Sistem pipa tegak basah umumnya digunakan pada bangunan tingkat tinggi dan bangunan industrial. Lain dengan sistem pipa tegak kering, sistem pipa tegak basah pipa-pipanya selalu terisi dengan air bertekanan. Sistem pipa tegak basah pada bagian outletnya disertai dengan kotak hidran yang berisi rak selang, selang nozel, dan katup selang sehingga penghuni bangunan yang terlatih dapat menggunakan peralatan tersebut untuk memadamkan kebakaran. Peletakan pipa tegak dan kotak hidran harus mempertimbangkan panjang dari selang kebakaran (22,5 m), sehingga selang kebakaran dapat menjangkau seluruh bagian bangunan. Pada jarak 30 m pipa tegak harus ditambahkan karena menyesuaikan dengan batas panjang dari selang kebakaran.



Gambar 2.69. Sistem pipa tegak basah
Sumber: Egan (1987,p.121)

c. Sistem pipa tegak kombinasi

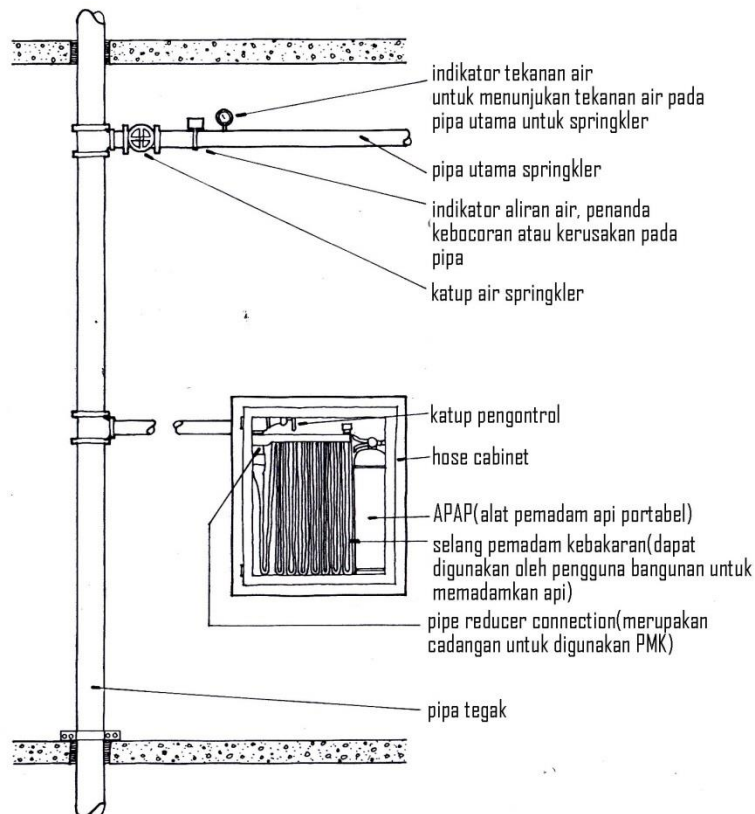
Sistem pipa tegak basah dan kering dapat dikombinasi dalam bangunan



Gambar 2.70. Sistem pipa tegak kombinasi
Sumber: Egan (1987,p.122)

d. Sistem pipa tegak dan springkler

Pipa tegak untuk selang kebakaran dan springkler dapat digabung dengan konsekuensi jumlah air dan tekanannya harus mencukupi untuk kedua fungsi tersebut.







Gambar 2.71. Pemipaan untuk springkler dan hidran indoor
Sumber: Egan (1987,p.123)

e. Alat Pemadam Api Portabel(APAP)

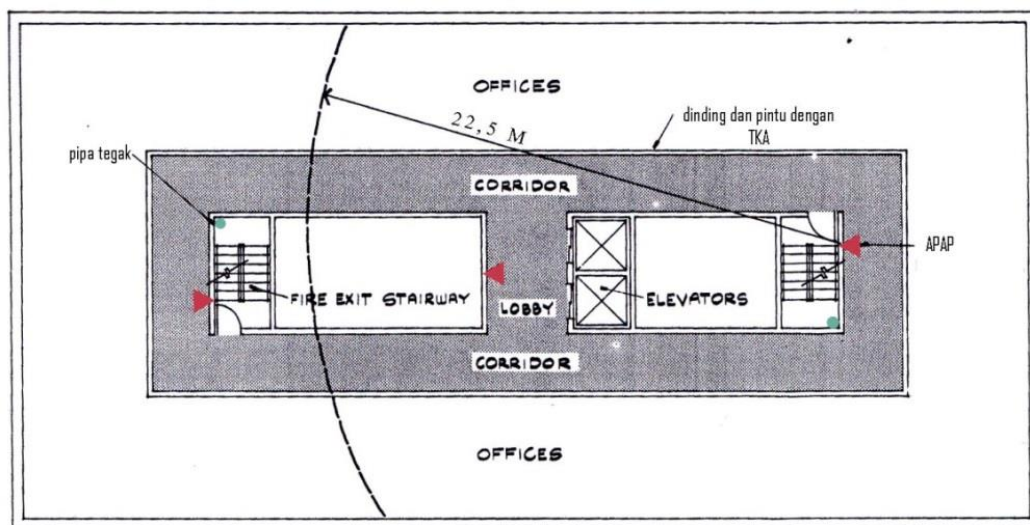
Alat Pemadam Api Portabel terdapat berbagai jenis isi yang menyesuaikan dengan tipe karakter bahaya kebakaran yang dominan di dalam bangunan, konstruksi, harta benda dalam bangunan, kondisi udara dan faktor lainnya. Berikut terdapat beberapa kelas kebakaran beserta dengan penyebab dan jenis APAP yang dapat digunakan.

Tabel 2.18. Jenis APAP Berdasarkan Tipe Kebakaran

Kelas Kebakaran	Tipe kebakaran	Keterangan	Jenis APAP
	Kebakaran umum	Material seperti kayu, kertas, kain, karet, dan plastik (yang dapat dipadamkan dengan air)	Berbahas dasar air, <i>foam</i> , soda acid
	Cairan rentan terbakar	Cairan berupa cat, tiner cat, gas	<i>Dry chemical, foam</i> , karbon dioksida
	Perlengkapan elektrik	Peralatan elektrik seperti kotak yang terlalu panas, konsleting	<i>Dry chemical powder</i> , karbon dioksida
	Logam rentan terbakar	Logam seperti magnesium, titanium dan logam rentan lainnya	<i>Dry powder</i> yang mengandung sodium klorida atau grafit

Sumber: Egan (1987,p.125)

Penempatan APAR sebaiknya pada daerah yang mudah dicapai dan mudah terlihat di sepanjang jalur sirkulasi yang terlindung dari kebakaran serta siap untuk digunakan penghuni bangunan setiap saat. Pencapaian ke APAR tidak boleh melebihi 23 m dan setiap APAP disertai dengan instruksi penggunaan.



▲ APAP ● PIPA TEGAK

Gambar 2.72. Jarak pencapaian ke APAP

Sumber: Egan (1987,p.126)

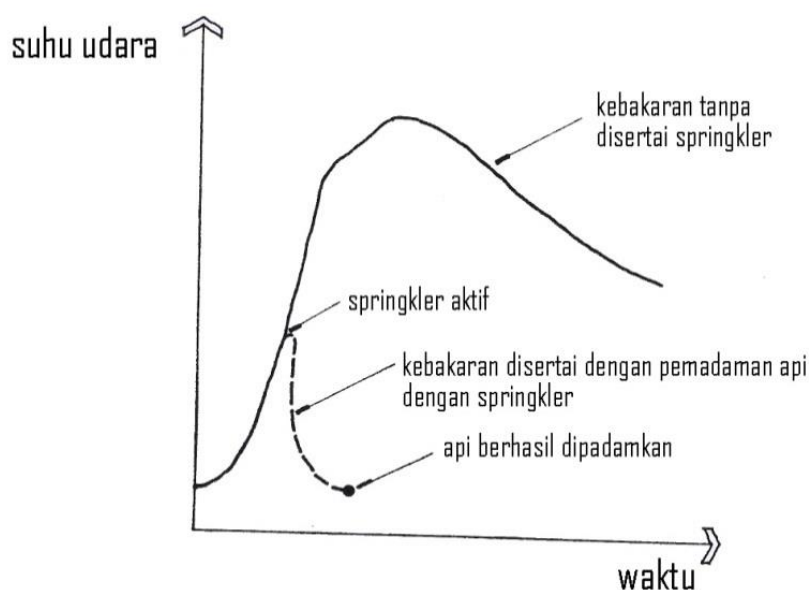
APAR pada bangunan dipasang pada lokasi yang mudah dicapai sehingga pengguna bangunan tidak kesulitan mengambil APAR untuk digunakan memadamkan kebakaran atau untuk diisi ulang. APAR dengan berat 18 kg atau kurang peletakannya sedemikian rupa sehingga ketinggian dari ujung atas dari tabung APAR tidak melebihi 1,5 m di atas lantai dan untuk APAR dengan berat lebih dari 18 kg peletakannya tidak boleh lebih dari 1 meter di atas permukaan lantai.A

Selain dari jenis APAR beroda, tabung APAR harus dipasang sekokoh mungkin baik itu dengan pengikat atau penggantung. Selain dipasang secara diikat atau digantung, tabung APAR dapat disimpan pada lemari APAR dimana lemari tersebut harus selalu dalam kondisi tidak terkunci

Agar APAR dapat digunakan oleh penghuni bangunan terutama pengguna bangunan yang tidak terlatih untuk memadamkan kebakaran, maka diperlukan intruksi penggunaan dari APAR yang ditempatkan dekat dengan tabung APAR dan harus dapat terbaca dengan jelas.

3. Sistem pemadam kebakaran otomatis

Sistem pemadam kebakaran otomatis seperti springkler otomatis memiliki kemampuan yang efektif dalam memadamkan api atau mengontrol penyebaran api.



Gambar 2.73. Perbandingan antara kebakaran dengan springkler aktif dan tanpa springkler
Sumber: Egan (1987,p.128)

Sistem springkler otomatis menyemburkan air secara otomatis ketika terdeteksi panas dengan suhu tertentu. Tingkat suhu yang dapat terdeteksi oleh kepala springkler ditunjukkan tabel berikut.

Tabel 2.19. *Jenis Springkler pada Bangunan*

Tingkat suhu untuk jenis sambungan lebur ($^{\circ}\text{C}$)	Warna tangkai
68/74	Tanpa warna
93/100	Putih
141	Biru
182	Kuning
227	Merah
Tingkat suhu untuk jenis <i>glass bulb</i> ($^{\circ}\text{C}$)	Warna cairan
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu
203/260	Hitam

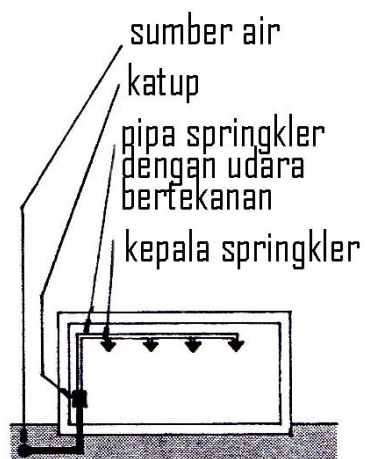
Sumber: SNI 03-3989-2000 (2000,93)

a. Tipe sistem springkler

Terdapat 3 sistem springkler sebagai berikut:

1) Sistem kering

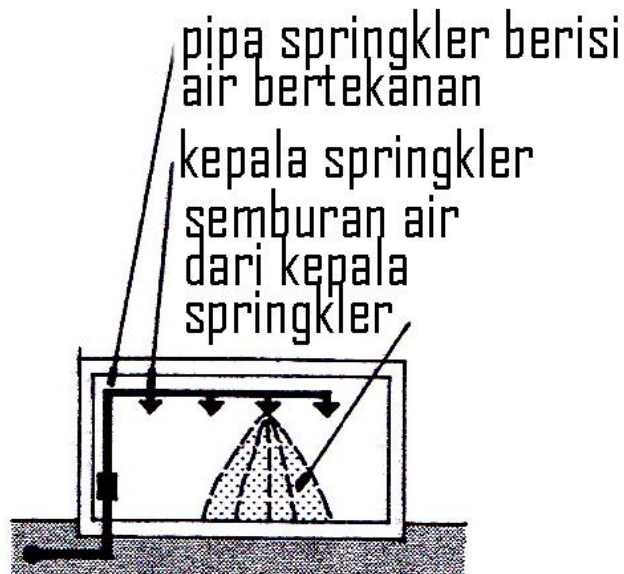
Sistem pipa kering di dalam pipa springkler terisi udara bertekanan. Ketika terdeteksi adanya panas dengan suhu tertentu, kepala springkler akan aktif yang kemudian mengeluarkan udara bertekanan diikuti dengan terbukanya katup dan mengalirnya air ke kepala springkler yang akhirnya memancar keluar. Umumnya sistem pipa kering digunakan pada bangunan dengan suhu ruangan yang dingin yang memungkinkan air dalam pipa membeku.



Gambar 2.74. Springkler dengan sistem pipa kering
Sumber: Egan (1987,p.133)

2) Sistem basah

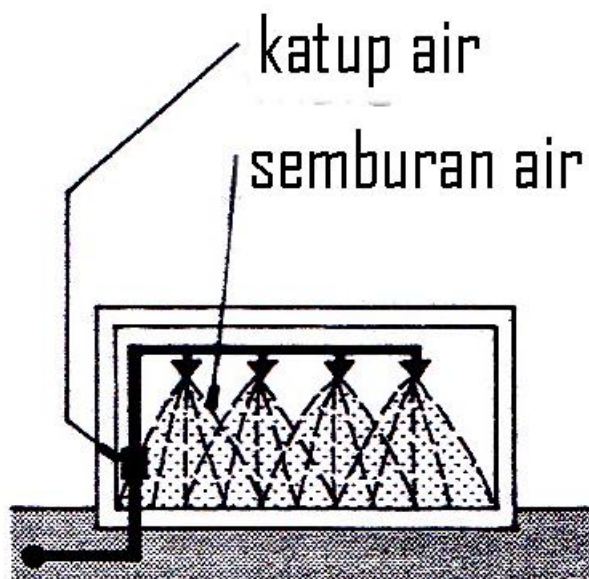
Springkler dengan sistem basah, pipa springkler selalu terisi dengan air bertekanan sehingga kepala springkler selalu dalam keadaan siap memancarkan air ketika kebakaran terdeteksi.



Gambar 2.75. Springkler dengan sistem pipa basah
Sumber: Egan (1987,p.133)

3) Sistem deluge

Kepala springkler pada sistem springkler selalu terbuka setiap saat dan pada pipa *supply* tidak terisi air. Katup pada sistem springkler diatur oleh alat yang dapat mendeteksi api atau panas. Sistem deluge diperuntukan bagi bangunan yang memiliki tingkat bahaya tinggi



Gambar 2.76. Springkler dengan sistem pipa deluge
Sumber: Egan (1987,p.133)

4) Sistem preaction

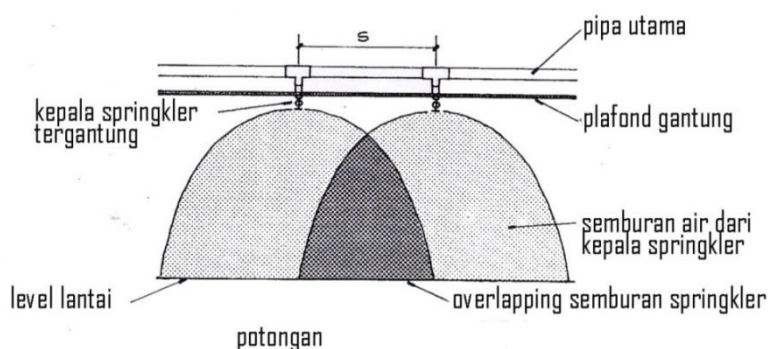
Pada sistem *preaction* kepala springkler selalu dalam keadaan tertutup dan menggunakan sistem kering. Pada sistem ini mengandalkan sistem deteksi yang lebih sensitive terhadap api dibandingkan dengan kepala springkler bahkan katup diperbolehkan untuk dibuka oleh pengguna bangunan. Sistem ini digunakan pada bangunan yang memungkinkan adanya pendeteksian yang salah dari kebakaran.



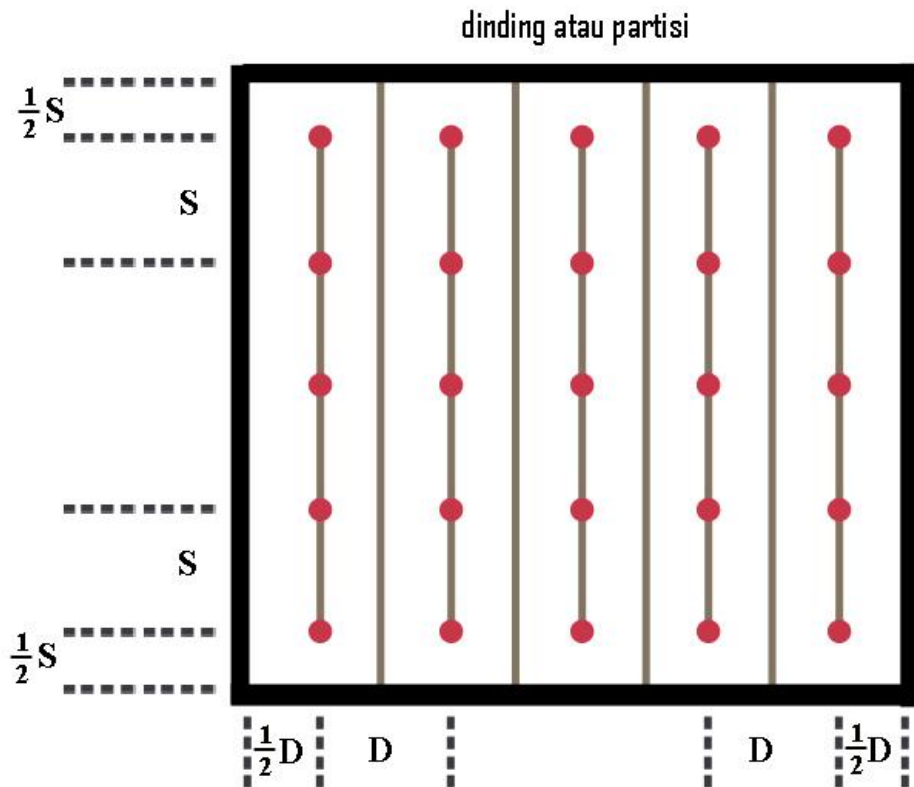
Gambar 2.77. Springkler dengan sistem preaksi
Sumber: Egan (1987,p.134)

b. Peletakan kepala springkler

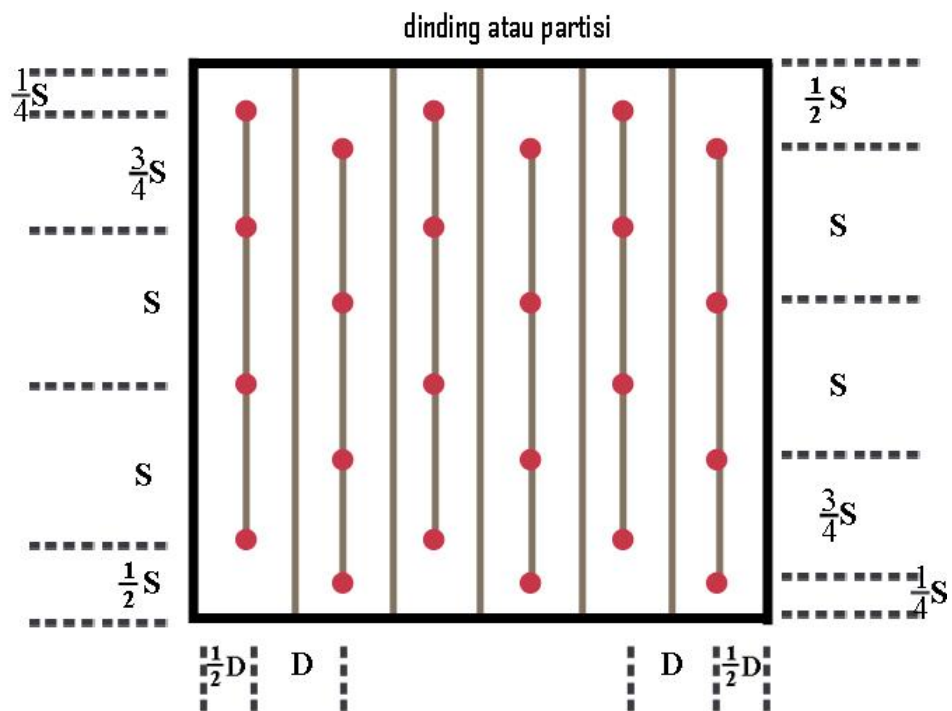
Luasan dari pancaran kepala springkler bergantung dari tipe kepala springkler yang digunakan dan tekanan aliran air ke kepala springkler. Untuk bangunan dengan tipe kebakaran ringan kepadatan pancaran 2,25 mm/menit dengan luasan pancaran springkler dinding 17 m² dan springkler lain 20 m². Jarak antar kepala springkler pada tipe kebakaran ringan maksimum sebesar 4,6 m dan minimal 2 m.



Gambar 2.78. Potongan ketika springkler aktif
Sumber: Egan (1987,p.130)

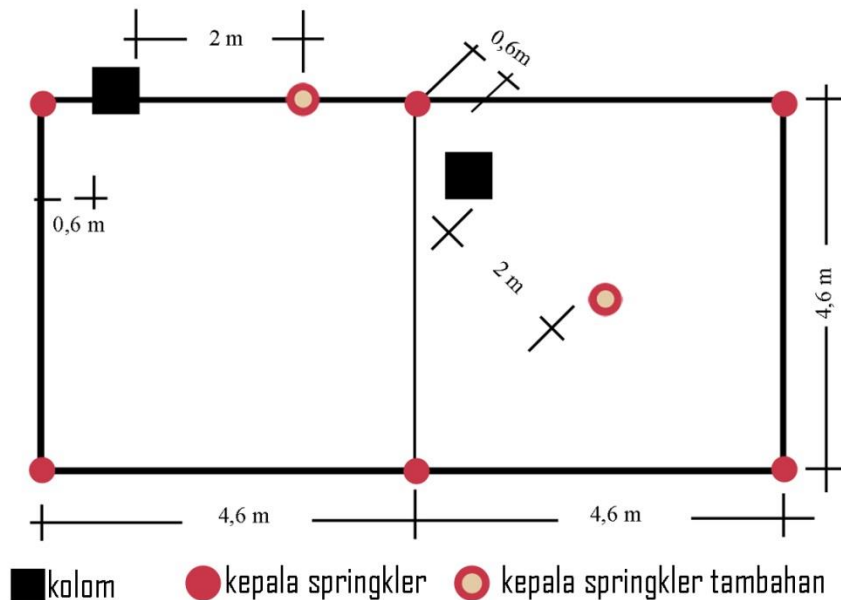


Gambar 2.79 Standar penempatan kepala springkler tipe 1
Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.33)



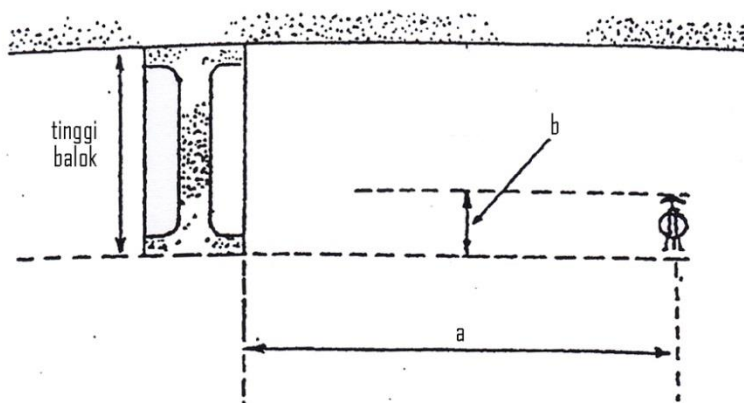
Gambar 2.80 Standar penempatan kepala springkler tipe 2
Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.34)

Pada umumnya peletakan kepala springkler bebas dari halangan seperti kolom dan balok. Jika tidak bisa dihindari maka harus ditempatkan kepala springkler tambahan pada arah berlawanan.



Gambar 2.81 Penempatan kepala springkler tabahan
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.37)

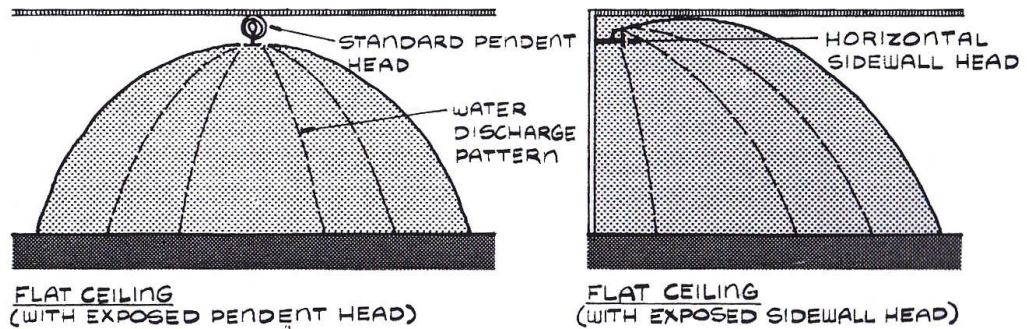
Agar pancaran dari kepala springkler tidak terhalang dinding dan balok maka kepala springkler harus berjarak 1,2 m dari balok dan 2,3 dari dinding. Apabila balok memiliki flans pada bagian atas dengan lebar kurang dari 200 mm maka kepala springkler dapat dipasang pada bagian atas dengan jarak 150 mm diatas balok.



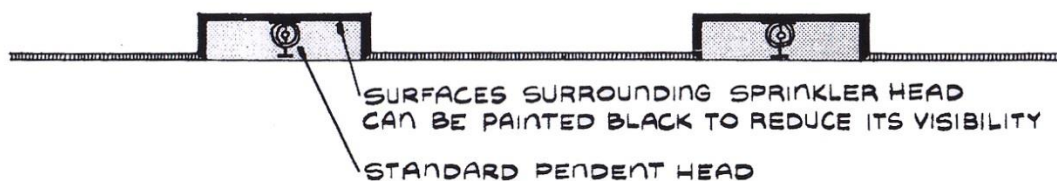
a=jarak datar minimum b=ketinggian deflektor springkler dari tepi balok

Gambar 2.82 Jarak kepala springkler terhadap balok
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.38)

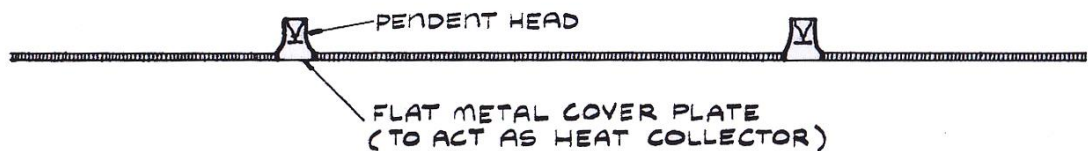
Pemasangan kepala springkler pada bangunan terdapat 3 cara yakni menggantung pada langit-langit, menggantung pada dinding, dan tersembunyi di dalam plafond.



Gambar 2.83. Kepala springkler menggantung pada langit-langit dan dinding
Sumber: Egan (1987,p.131)



Gambar 2.84. Kepala springkler tersembunyi dalam plafond
Sumber: Egan (1987,p.131)

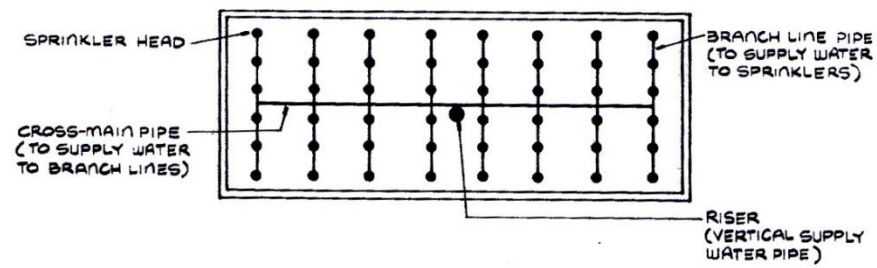


Gambar 2.85. Kepala springler tersembunyi dilengkapi dengan pengumpul panas
Sumber: Egan (1987,p.131)

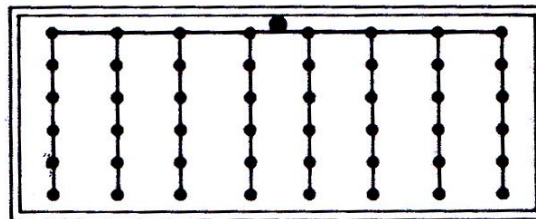
c. Layout kepala springkler dan riser

Terdapat 4 jenis layout kepala springkler dan riser yakni *center central*, *side central*, *central end*, dan *side end*. Sistem springkler dengan layout *center central* dan *side central* merupakan contoh layout yang baik karena dapat menghindari tersumbatnya pipa.

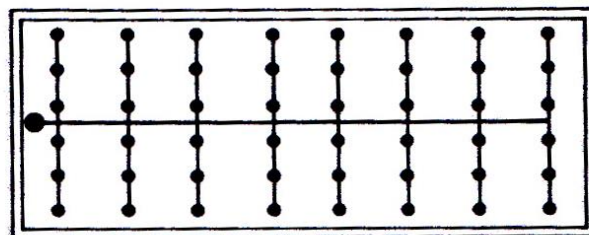
Center Central



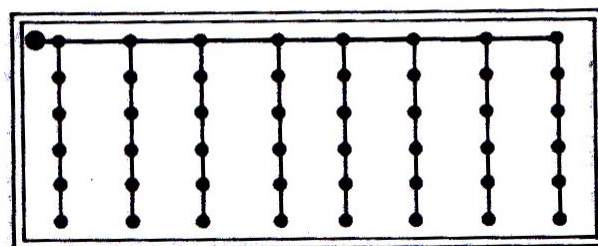
Side Central



Central End



Side End



Gambar 2.86. Penempatan riser dan kepala springkler
Sumber: Egan (1987,p.147)

Agar luas pancaran dan tekanan dari setiap kepala springkler sesuai dengan kriteria, terdapat batasan jumlah kepala springkler pada setiap pipa cabang dan batasan jumlah head springkler untuk setiap katup sebagai berikut:

Tabel 2.20. *Jumlah Kepala Springkler Berdasar Ukuran Diameter Pipa*

Diameter pipa(in.)	Bahaya kebakaran ringan	Bahaya kebakaran sedang	Bahaya kebakaran berat
1	2	2	1
1 ¼	3	3	2
1 ½	5	5	5
2	12	12	8
2 ½	40	25	20
3	65	45	30
3 ½	115	75	45
4	-	115	65
5	-	180	100
6	-	300	170

Sumber: Egan (1987,p.141)

Tabel 2.21. *Jumlah maksimum kepala springkler pada satu katup kendali*

Klasifikasi bahaya kebakaran	Jumlah kepala springkler
Bahaya kebakaran ringan	500
Bahaya kebakaran sedang	1.000
Bahaya kebakaran berat	1.000

Sumber: Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.93)

d. Springkler dengan sistem *water mist*

Perbedaan dari sistem ini dengan springkler biasa terlihat dari partikel air yang dikeluarkan dari kepala springkler. Sistem *water mist* partikel airnya lebih kecil sehingga jumlah air yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan sistem springkler biasa. Kepala springkler dari sistem *water mist* dirancang khusus agar air keluar dengan kecepatan yang tinggi dan dalam bentuk partikel air yang kecil.



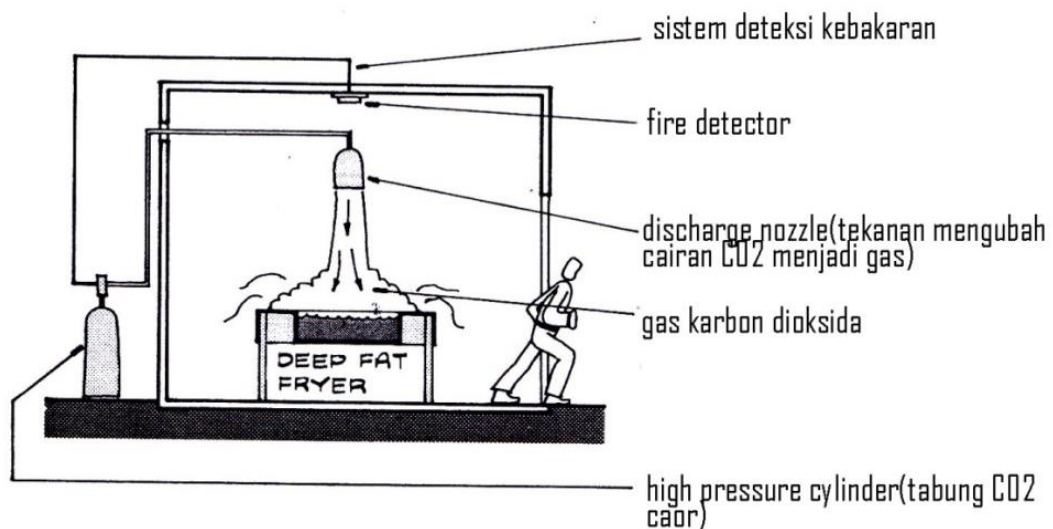
Gambar 2.87. Springkler *water mist*

Sumber: Internet

Sistem *water mist* bekerja dengan mengendalikan 3 elemen pembentuk api yakni dengan mendinginkan ruang, menghalangi radiasi panas, dan mengurangi kadar oksigen.

e. Sistem karbon dioksida otomatis

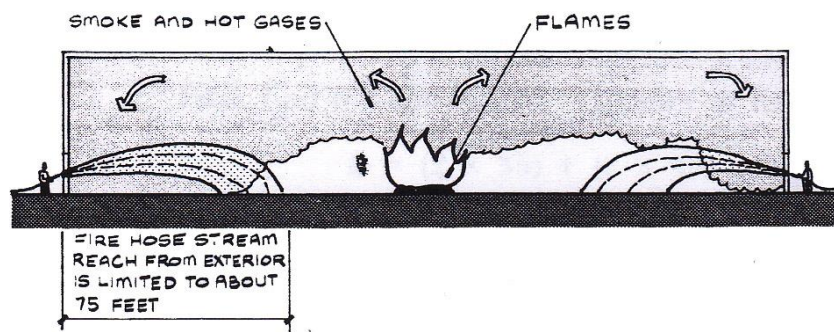
Sistem pemadam kebakaran ini tidak memadamkan api dengan menggunakan air seperti pada sistem springkler, namun menggunakan gas karbon dioksida yang diberi tekanan. Sistem karbon dioksida umumnya tidak menimbulkan kerusakan pada peralatan elektronik dan tidak berbahaya bagi keselamatan manusia serta tidak meninggalkan sisa pemadaman seperti air pada sistem springkler.



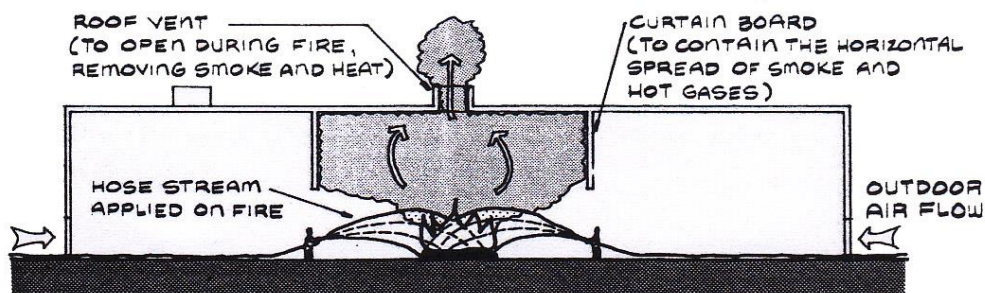
Gambar 2.88. Pemadaman api dengan sistem karbon dioksida
Sumber: Egan (1987,p.159)

4. Pengendalian asap kebakaran

Ventilasi yang baik diperlukan untuk mengeluarkan asap, gas beracun, dan panas dari bangunan yang terjadi akibat kebakaran. Asap yang terjadi karena kebakaran dapat mengganggu penglihatan penghuni yang akan keluar bangunan dan PMK yang melakukan proses penyelamatan pemadaman. Dengan adanya ventilasi yang dikhususkan untuk membuang asap akan membantu PMK dalam mencapai titik sumber api dan mempercepat proses pemadaman api.

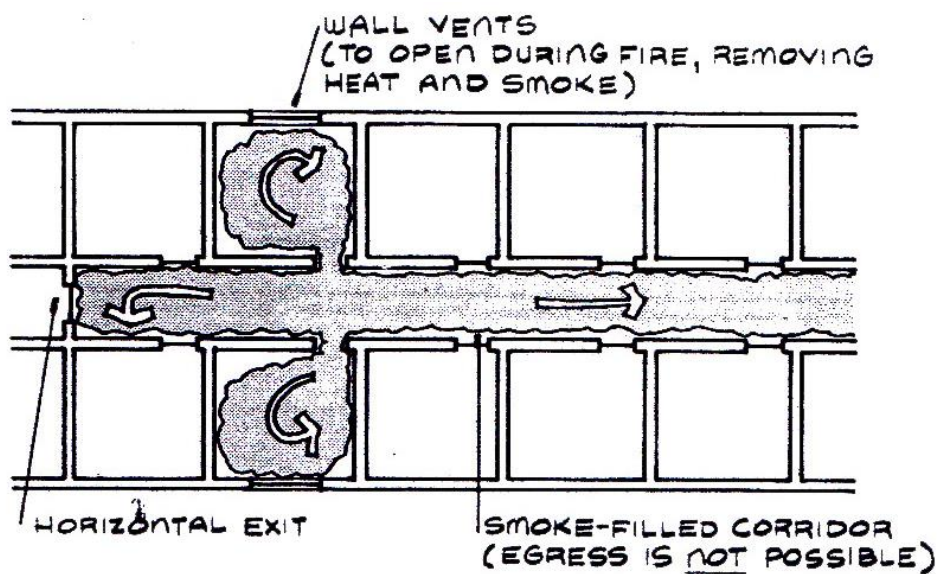


Gambar 2.89. Bangunan tanpa sistem pengendali asap
Sumber: Egan (1987,p.164)



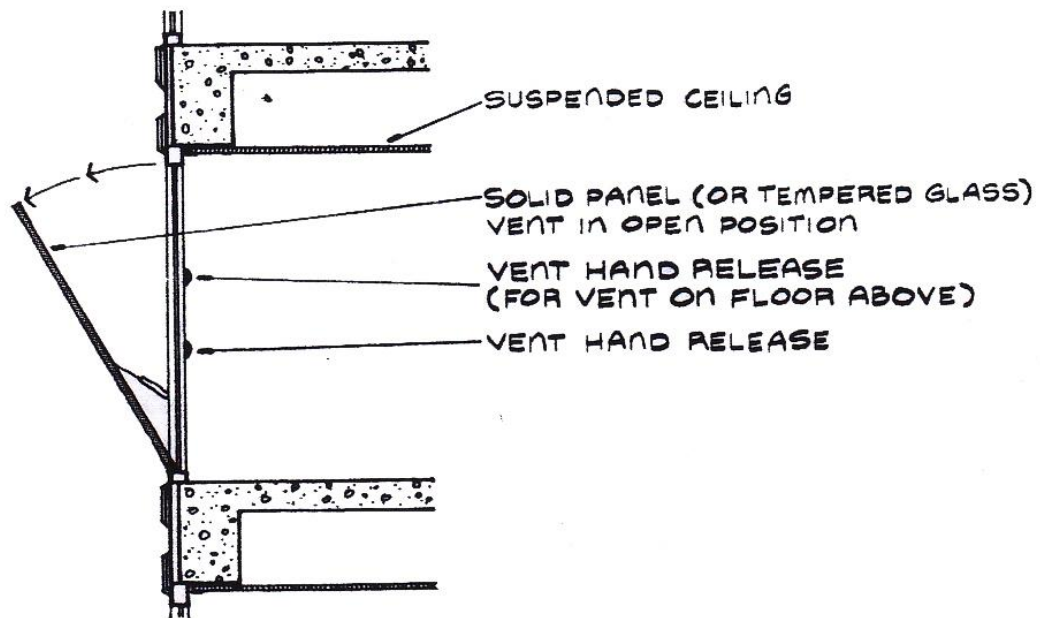
Gambar 2.90. Bangunan dengan sistem pengendalian asap
Sumber: Egan (1987,p.164)

Bagian dari akses eksit seperti koridor harus terbebas dari asap sehingga penghuni bangunan dapat dengan segera menemukan jalan keluar atau pintu eksit. Ketika kebakaran terjadi pada bangunan yang tidak berventilasi, asap dan gas akan segera memenuhi koridor bangunan yang dapat membahayakan keselamatan penghuni

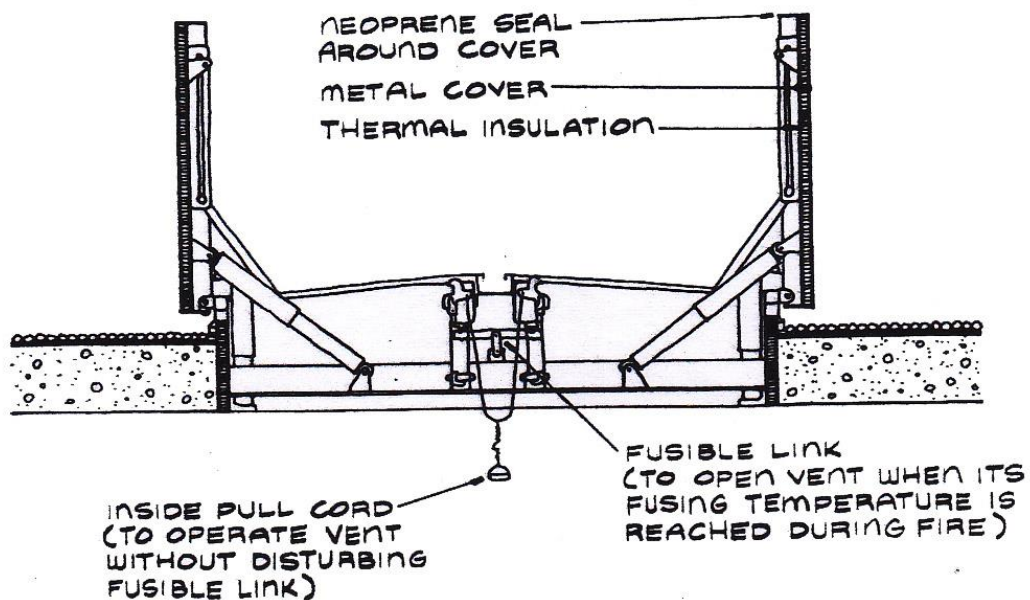


Gambar 2.91. Akses eksit koridor yang dipenuhi asap
Sumber: Egan (1987,p.167)

Ventilasi untuk mengeluarkan asap, gas, dan panas dapat berupa ventilasi pada dinding atau ventilasi pada atap bangunan yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis.

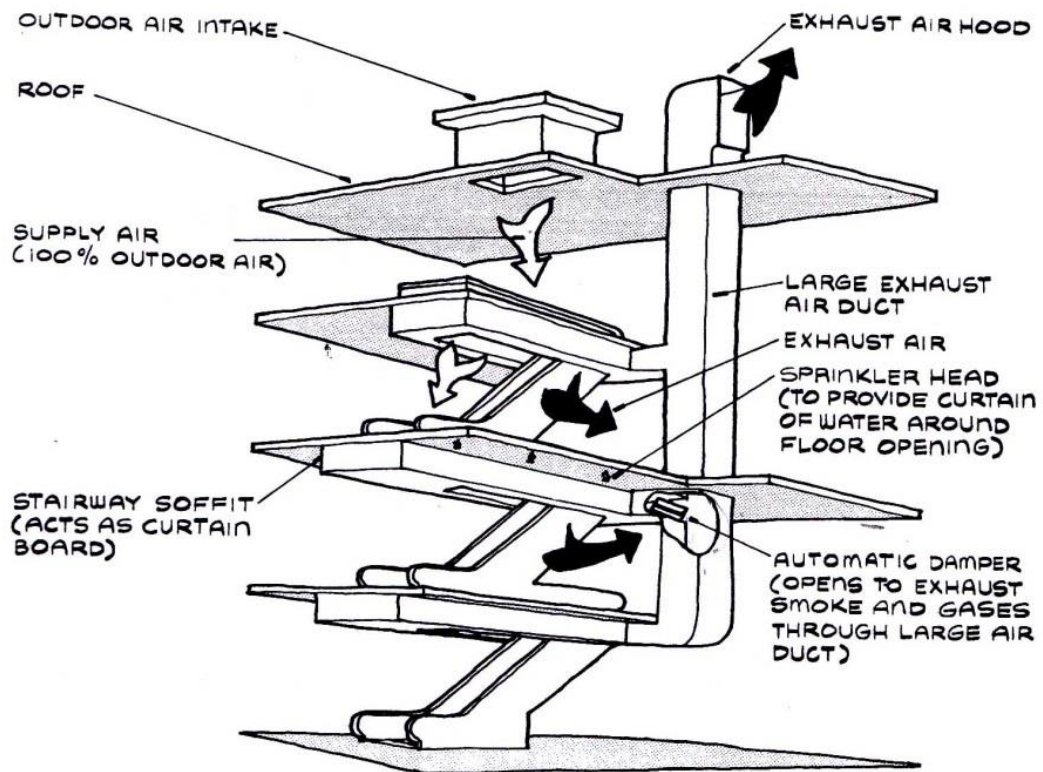


Gambar 2.92. Ventilasi asap pada dinding
Sumber: Egan (1987,p.168)



Gambar 2.93. Ventilasi asap pada atap
Sumber: Egan (1987,p.168)

Selain ventilasi jendela dan atap, pembuangan asap, gas, dan panas dapat diantu dengan saluran tata udara yang dapat berfungsi pula untuk menyediakan udara ke dalam bangunan ketika kebakaran terjadi.



Gambar 2.94 Sistem penghawaan untuk bahaya kebakaran
Sumber: Egan (1987,p.169)

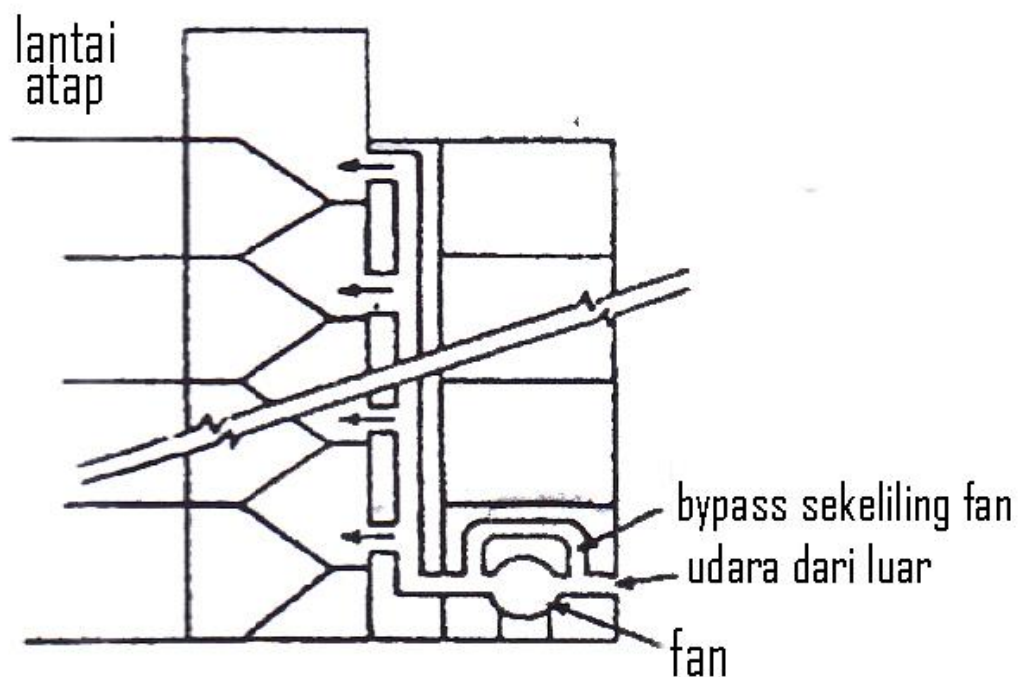
Pada ruang tangga darurat harus terlindung dari bahaya api, asap, dan gas beracun. Perlindungan akan bahaya api dilakukan dengan pemisahan konstruksi dari ruang tangga darurat. Sedangkan untuk melindungi dari bahaya asap dan gas dilakukan dengan memberi tekanan udara di dalam ruang tangga darurat. Berikut beberapa cara untuk memberikan tekanan ke dalam tangga darurat:

a. Sistem tanpa kompensasi

Udara untuk ruang tangga darurat diinjeksi dengan bantuan fan keceatan tunggal, sehingga dapat menciptakan perbedaan tekanan dengan semua pintu yang ditutup perbedaan lain dengan satu pintu yang terbuka, dan seterusnya

b. Sistem dengan kompensasi

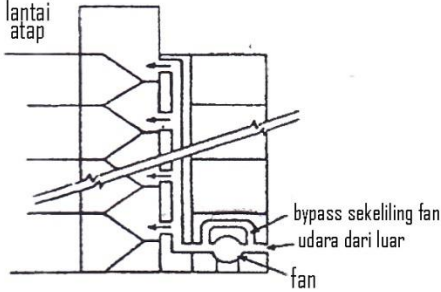
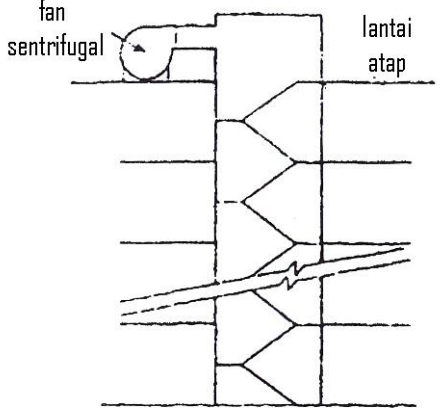
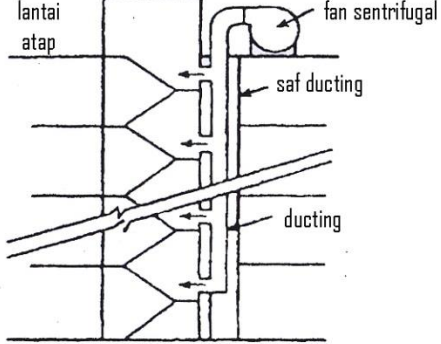
Sistem dengan kompensasi dapat mengatur tekanan udara dalam tangga darurat dengan kombinasi dari variasi pintu-pintu yang dibuka dan ditutup, dengan cara menjaga tekanan udara di dalam dan luar tangga darurat tetap positif. Laju aliran udara dapat diatur dengan sistem bypass damper yang dikendalikan oleh satu atau beberapa sensor yang mendeteksi perbedaan tekanan pada tangga darurat dan bangunan. Sistem kompensasi memungkinkan adanya kelebihan tekanan yang dapat diatasi dengan menyediakan damper pembuangan.



Gambar 2.95 Sistem kompensasi dengan bypass
Sumber: SNI 03-6571 (2001,p.14)

Pada SNI 03-6571 2000, fan untuk menyediakan udara dibedakan menjadi 2 macam yakni fan propeller dan sistem injeksi. Berikut perbandingan dari kedua fan pemasok udara:

Tabel 2.22. Tipe Fan Penyedia Udara

Gambar	Jenis Fan	Kelebihan	Kekurangan
	Fan propeller	<ul style="list-style-type: none"> - Tekanan relatif datar terhadap berbagai aliran - Cepat merespon perubahan aliran udara - Lebih ekonomis dalam hal biaya pemasangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan pelindung angin karena bekerja pada tekanan rendah dan cepat - Dapat terpengaruh oleh arah angin
	Sistem injeksi tunggal	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih ekonomis dalam hal biaya dibandingkan dengan sistem injeksi jamak 	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat gagal jika pintu dekat titik injeksi dibuka yak akhirnya dapat gagal mempertahankan tekanan positif pada kedua sisi pintu tangga darurat, sehingga sistem fan injeksi tunggal tidak dapat diposisikan di lantai bawah
	Sistem injeksi jamak	<ul style="list-style-type: none"> - Peletakan dari fan injeksi dapat dilektakan pada lantai atas atau bawah bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> - Perlu menyediakan ducting untuk memasok udara - perlu memperhatikan peletakan ducting agar tindak mengurangi ketinggian dan lebar tangga darurat

Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.14-19)

2.6 Evakuasi Kebakaran pada Bangunan

Evakuasi kebakaran adalah proses pemindahan penghuni dari bangunan yang terbakar ke tempat yang aman yang berupa jalur evakuasi atau ke luar bangunan. Keberhasilan suatu sistem evakuasi kebakaran pada bangunan dipengaruhi beberapa faktor berikut:

1. Sistem proteksi aktif

Proteksi bahaya kebakaran yang memerlukan energy dalam pengoperasiannya disebut sistem proteksi aktif. Proteksi aktif meliputi utilitas bangunan di dalamnya. Fungsi utama sistem proteksi aktif dimulai dari mendeteksi kebakaran, memberi peringatan kebakaran kepada penghuni bangunan hingga pada proses pemadaman secara langsung pada saat proses evakuasi berlangsung.

2. Sistem proteksi pasif

Proteksi kebakaran yang menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya.

3. Manajemen penyelamatan dari bahaya kebakaran

2.6.1 Perilaku pengguna bangunan pada saat kebakaran

Perilaku pengguna bangunan ketika terjadi kebakaran terdiri dari dua tahap, yaitu reaksi pertama dan pengambilan keputusan

1. Reaksi pertama

Reaksi pertama orang pada saat terjadi kebakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat keseriusan bahaya kebakaran, kepribadian seseorang, latihan yang diterima, dan pengalaman lainnya.

2. Proses pengambilan keputusan

Proses pengambilan keputusan terdiri atas empat tahapan sebagai berikut:

a. Pengenalan /*recognition*

Meliputi pengenalan terhadap tanda-tanda kebakaran seperti mendengar alarm ataupun teriakan kebakaran, perilaku penghuni yang tidak biasa, penerangan padam, asap debu.

b. Pemastian/ *validation*

Setelah proses pengenalan akan terjadi proses penegasan akan adanya bahaya. Pada tahap ini akan muncul beberapa penafsiran pada pengguna bangunan akan tingkatan keseriusan bahaya.

c. Penentuan/*definition*

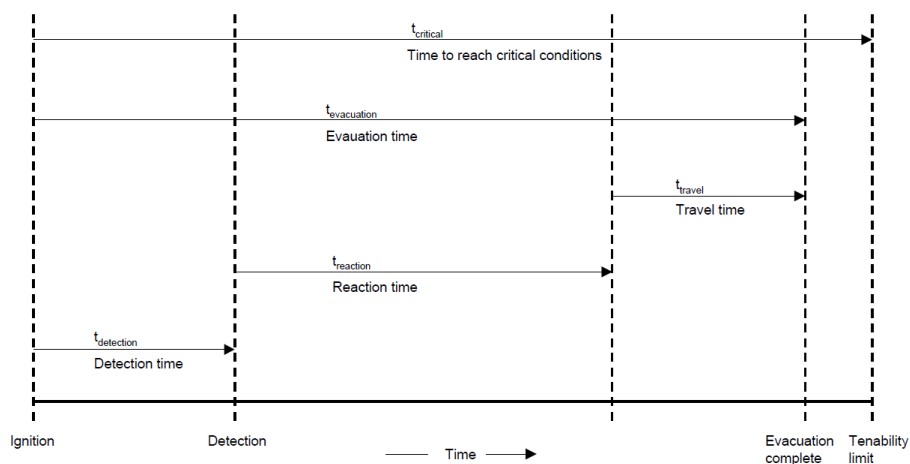
Pada individu pengguna bangunan yang dapat menentukan bahaya, maka akan mengevaluasi efeknya dan terdapat reaksi awal seperti menyelamatkan diri atau memadamkan api. Faktor yang mempengaruhi antara lain intensitas asap, intensitas nyala api, dan intensitas panas. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan posisi seseorang pada saat terjadi kebakaran.

d. Penilaian/*evaluation*

Proses evaluasi merupakan kegiatan yang dibutuhkan secara sadar untuk menanggapi ancaman bahaya, yang dapat berupa memadamkan api, ataupun mengabaikan tanda isyarat kebakaran.

2.6.2 Waktu evakuasi

Waktu evakuasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelamatkan penghuni dari sebuah bangunan. Proses evakuasi pada bangunan yang terbakar dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, evakuasi dari tiap lantai bangunan menuju daerah aman pada lantai yang sama berupa tangga kebakaran, ruang penyelamatan sementara, dan tangga kebakaran. Tahap kedua adalah proses evakuasi dari lantai atas bangunan(tangga kebakaran) ke luar bangunan.



Gambar 2.96. Tahapan Evakuasi

Sumber: Andresson, *Fire Safety Design of a Large Shopping Mall Using Extended Quantitative Risk Analysis*

2.7 Studi terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam penelitian:

1. Penelitian Tri Endangsih, tahun 2008

Judul penelitian: Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: bangunan pusat perbelanjaan Senayan City Jakarta
- b. Tujuan penelitian: mengidentifikasi keamanan bangunan untuk mengetahui tingkat keselamatan bangunan pusat perbelanjaan dan mengidentifikasi resiko kebakaran berdasarkan rancangan bangunan yang ada sehingga akan diketahui bahaya yang dapat timbul akibat produk kebakaran
- c. Metode penelitian: penelitian bersifat deskriptif eksperimental yang menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur tingkat keandalan bangunan dalam hal bahaya kebakaran. Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keandalan bangunan, digunakan standar dari NFPA , SNI, Kepmen PU. Untuk mempermudah proses penilaian keamanan dan keselamatan bangunan digunakan tabel penilaian yang berdasar dari NFPA, peraturan Kepmen PU, dan SNI
- d. Kesimpulan: penilaian kelayakan pada objek penelitian dinilai aman. Produk kebakaran berpengaruh besar terhadap kondisi, hal itu karena timbulnya panas, asap dan gas beracun yang bisa mengurangi kemampuan untuk menyelamatkan diri

2. Penelitian Rully Firmansyah, tahun 2008

Judul penelitian: Peranan Koridor Pada Bangunan Pusat Perbelanjaan Dalam Mengantisipasi Bahaya Kebakaran

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: bangunan pusat perbelanjaan Plaza Senayan dan Margo City
- b. Tujuan penelitian: menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan sebuah bangunan pusat perbelanjaan dari segi keamanan dan sejauh mana bangunan tersebut mempertimbangkan sarana pendukung keselamatan yang diterapkan pada bangunan tersebut
- c. Metode penelitian: melakukan studi kasus pada bangunan pusat perbelanjaan yang terdapat di kota Jakarta . Untuk mendukung proses studi kasus digunakan beberapa

teori dan peraturan yang berkaitan dengan pusat perbelanjaan dan keselamatan kebakaran yang kemudian dianalisis penerapannya pada bangunan

- d. Kesimpulan: perancangan bangunan pusat perbelanjaan harus memikirkan jalur evakuasi untuk para pengguna baik dari segi keamanan dan kenyamanan

3. Penelitian Rarasati Intan Widuri, tahun 2011

Judul penelitian: Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam Sebagai Sarana Evakuasi Pada Bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: desain sirkulasi ruang dalam pada bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung
- b. Tujuan penelitian: mendapatkan penataan sirkulasi dan zona pasar yang baik
- c. Metode penelitian: analisis deskriptif studi kasus dengan melakukan analisis terhadap zoning fungsi kegiatan ruang dalam desain bangunan pasar
- d. Kesimpulan: pengaturan zona dalam bangunan memegang peranan penting sejak awal proses desain dengan menjauhkan zona rawan api yang dapat menjadi titik awal api dari zona darurat evakuasi, agar kecepatan penjararan api dapat dikurangi

2.8 Kerangka teori

